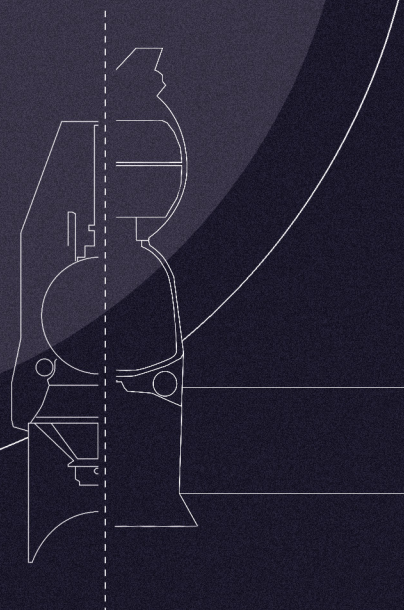


COSMOS, DE LA VKHUTEMAS A LA SOYUZ

La arquitectura de las cápsulas espaciales rusas

Linda Débora Cortés Satizábal



COSMOS, DE LA VKHUTEMAS A LA SOYUZ

La arquitectura de las cápsulas espaciales rusas

Trabajo de fin de grado

Curso 2019-2020

Autora: Linda Débora Cortés Satizábal

Tutor: Gonzalo García-Rosales González-Fierro

Grado en Fundamentos de la Arquitectura y Urbanismo

Escuela de Arquitectura

Universidad de Alcalá

Resumen

La arquitectura de los años veinte estuvo estrechamente ligada con la carrera espacial rusa, la cual se desarrolló a partir de los años cincuenta. Estos inicios empezaron con un cambio de mentalidad de la sociedad rusa que vino acompañado de una revolución en las artes. A raíz del desarrollo de las utopías tras la Revolución, nacerá una nueva forma de pensar que servirá de referencia a los arquitectos, ingenieros y físicos en todo el período de crecimiento cósmico. Este nuevo pensamiento se verá reflejado en la literatura y cinematografía soviética de estos años, así como en los estudiantes de la escuela de arquitectura Vkhutemas. A partir de los años cincuenta, no solo será un deseo la conquista del espacio por parte de la Unión Soviética, sino una necesidad, debido a que su enemigo político, los Estados Unidos de América, también luchará por ella. El desarrollo tecnológico de la Unión Soviética comenzó gracias al lanzamiento del satélite Sputnik, seguido del lanzamiento de las diferentes naves espaciales tripuladas. Estas naves contaban con cápsulas en su interior que estaban destinadas a alojar tripulación durante un tiempo prolongado, siendo este el motivo por el que se les dio una connotación diferente a la de un simple transporte. De esta manera, se consiguió dar respuesta a las necesidades vitales de una persona en el interior de las cápsulas. En el año 1975, los Estados Unidos de América y la Unión Soviética, darían una vuelta radical a su rivalidad espacial cuando decidieron hacer una misión común, la cual haría que la conquista espacial dejase de ser una competición, siendo este un gran paso para la humanidad.

Palabras claves: cápsula espacial, Vkhutemas, Galina Balashova, Vostok, Voskhod, Soyuz, programa lunar soviético.

Abstract

The architecture of the 1920s was closely linked to the Russian Space Race that developed from the 1950s onwards. These beginnings began with a change in the mentality of the Russian Society that were accompanied with a revolution in Arts. The development of utopias after the Russian Revolution gave rise to a new way of thinking that served as a reference for Architects, Engineers and Physicists throughout the period of cosmic growth. This new way of thinking was reflected in Russian literature and cinema throughout those years, as well as in the students of the Vkhutemas school of Architecture. From the 1950s onwards, the conquest of space by the Soviet Union was not only a mere challenge but also essential, as their political enemy, The United States of America, was also fighting for this purpose. The evolution of the Soviet Union began with the development of the Sputnik satellite, followed by the launching of several manned rockets to space. The purpose of these capsules was not only for transporting but were also designed to lodge crew members for a prolonged period of time and contemplating their vital necessities. In the year 1975, The United States of America and the Soviet Union, took a radical turn in History towards space rivalry when they decided to collaborate with each other in all future space missions. That was the end of the conquest for space and a beginning for future collaborations. This has been a very significant accomplishment for Mankind.

Keywords: space capsule, Vkhutemas, Galina Balashova, Vostok, Voskhod, Soyuz, Soviet Lunar Program.

Me gustaría agradecer en este trabajo a todas las personas que de alguna forma han ayudado a su realización, en especial a mi madre por el apoyo incondicional, a Oliver por motivarme a empezar este tema y a mi tutor Gonzalo por confiar en el TFG desde el primer momento.



¿Qué buscamos en el exterior que nos hace dar un paso al frente y arriesgarnos a lo desconocido?

¿Qué papel juega la cápsula en el espacio?

Figura 01: *Nuevo planeta* de Konstantin Yuon, 1921. Este cuadro está pintado en un estado de tránsito de Rusia, en el que la sorpresa por un nuevo modelo de sociedad se entremezcla con la fascinación por las esferas flotantes que nos hace recordar la forma que tienen los planetas y en especial, Marte. La gente permanece en el suelo, con un vaivén de diferentes tipos de emociones que nos intenta representar un momento de incertidumbre de la sociedad ante lo desconocido.

Índice

1. Introducción

1.1 Tema de trabajo.....15

1.2 Objetivos.....16

1.3 Metodología.....16

1.4 Estado de la cuestión17

2. Antecedentes.....19

2.1 El lugar, la Unión Soviética.....20

2.2 La revolución artística. El papel de las vanguardias en la carrera espacial rusa.....23

2.3 Las utopías dentro del programa espacial.....33

2.3.1 La escuela Vkhutemas.....35

2.3.2 Inspiraciones literarias y cinematográficas para el desarrollo de la carrera espacial.....43

2.3.3 Inspiraciones arquitectónicas.....57

2.4 Inicio del desarrollo espacial ruso.....69

3. Tensión entre La Unión Soviética y los Estados Unidos de América. Exposiciones de Bruselas, Nueva York y Moscú.....75

4. Estudio de las naves espaciales.....81

4.1 Orígenes. Desarrollo de la cápsula espacial para un tripulante, la Vostok.....85

4.1.1 Ergonomía, actividades, materiales y colores.....89

4.1.2 Comparativa con la Mercury de los Estados Unidos de América.....99

4.2 Desarrollo de la cápsula espacial para dos tripulantes, la Voskhod.....105

4.2.1 Ergonomía, actividades, materiales y colores.....109

4.2.2 Comparativa con la Gemini de los Estados Unidos de América.....121

4.3 Desarrollo de la cápsula espacial para varios tripulantes, la Soyuz.....127

4.3.1 Ergonomía, actividades, materiales y colores.....135

4.3.2 Comparativa con la Apolo de los Estados Unidos de América.....173

4.3.3 La unión de la cápsula Soyuz y la Apolo en el espacio, la cápsula Apolo-Soyuz.....179

5. Conclusiones.....

187

6. Prospectiva

191

7. Bibliografía

192

8. Referencia de imágenes.....

199

1.1 Introducción. Tema de trabajo

Los antecedentes a la carrera espacial soviética están estrechamente ligados con una nueva forma de pensar, una revolución que dejó avanzar la imaginación y la utopía en una cultura rusa que venía de una época en la cual la gran mayoría de su población era campesina. Los Ismos y la escuela de arquitectura Vkhutemas dieron unos primeros pasos, pinceladas a esta búsqueda de la vida más allá de la Tierra que en los años sesenta se formalizaría con la puesta en órbita de la primera nave tripulada a mando del astronauta Yuri Gagarin. Existía, antes de que este acontecimiento ocurriese para la humanidad, una cultura espacial y una necesidad de conocer y habitar lo desconocido por parte de la cultura y sociedad soviética, que empezaría a principios del siglo XX y que tuvo un desarrollo importante en forma de utopía en la escuela rusa de arquitectura. El proceso de investigación que se llevará a cabo se centra primero por una sociedad utópica en la que se encuentra como imaginario colectivo la idea de vida en otros planetas. Seguidamente se hará un análisis de las cápsulas más importantes durante la carrera espacial, en las que se explicará desde

la ergonomía hasta las actividades que se podían realizar en su interior. A causa de la simultaneidad en el tiempo se hará un pequeño análisis de las cápsulas estadounidenses. Se realiza esta investigación debido a que hasta el momento se ha estudiado la vivienda mínima como el espacio más reducido en el que una persona puede vivir en la Tierra, pero las condiciones de vida que los astronautas tuvieron antes de que se crease la estación espacial internacional fueron de vida en el interior de cápsulas infra mínimas. Gueorgui Krútikov, estudiante de arquitectura en la escuela Vkhutemas, ya se planteó la idea, de la cápsula como un espacio móvil destinado a servir de hábitat temporal. Esta búsqueda viene promovida por un interés personal sobre el cosmos y sobre las posibilidades que tienen los arquitectos en un futuro para proyectar espacios habitables fuera de la Tierra. A través del análisis del origen de la cápsula, que es la primera etapa del viaje espacial, quiero comprender cuáles eran las condiciones de vida que tenían en estos trayectos. La idea de la cápsula como un espacio habitable me ha servido como punto de partida para realizar este trabajo.

1.2 Introducción. Objetivos

1. Estudiar las cápsulas utilizadas por la Unión Soviética. El primer hábitat diseñado para enviar a los astronautas al espacio debía dar solución a varios requisitos, como las necesidades vitales de las personas en el espacio exterior.
2. Analizar el mundo utópico soviético desde varios ámbitos. Este mundo utópico, que nace gracias al cambio de mentalidad en la sociedad rusa, será de gran interés por parte de las diferentes artes, ingenierías y arquitectura.
3. Entender el origen del interés por el mundo cósmico. La cultura rusa contaba con varios ejemplos de investigación del cosmos que sirvieron como fundamento para desarrollar las diferentes utopías.
4. Comprender el motivo del inicio de la carrera espacial. La necesidad de comenzar algo tan importante como es el estudio del espacio exterior debía tener un motor de arranque, que, en este caso, sería la competición con los Estados Unidos de América.

1.3 Introducción. Metodología

Para poder realizar este estudio fue necesaria la búsqueda de archivos y artículos en internet sobre la carrera espacial soviética. Mucha de la información escrita ha sido encontrada en libros en alemán, ruso e inglés dado que no hay suficiente información sobre el tema en español. Debido a la pandemia sufrida y el cierre total de las bibliotecas, los libros consultados han tenido que ser adquiridos de forma personal.

La primera parte del trabajo se ha realizado por medio de artículos sobre las utopías soviéticas en los que se explicaban las necesidades de la búsqueda de una respuesta sobre el cosmos. Para este apartado ha sido primordial la visualización de varias películas, la lectura y el estudio de varios

proyectos finales de carrera de los años veinte y la traducción de varios libros dedicados a la utopía y las vanguardias.

Para realizar la segunda parte se consultaron videos de la época sobre las diferentes exposiciones que se llevaron a cabo, la búsqueda de artículos y la lectura de los discursos de los líderes políticos del momento.

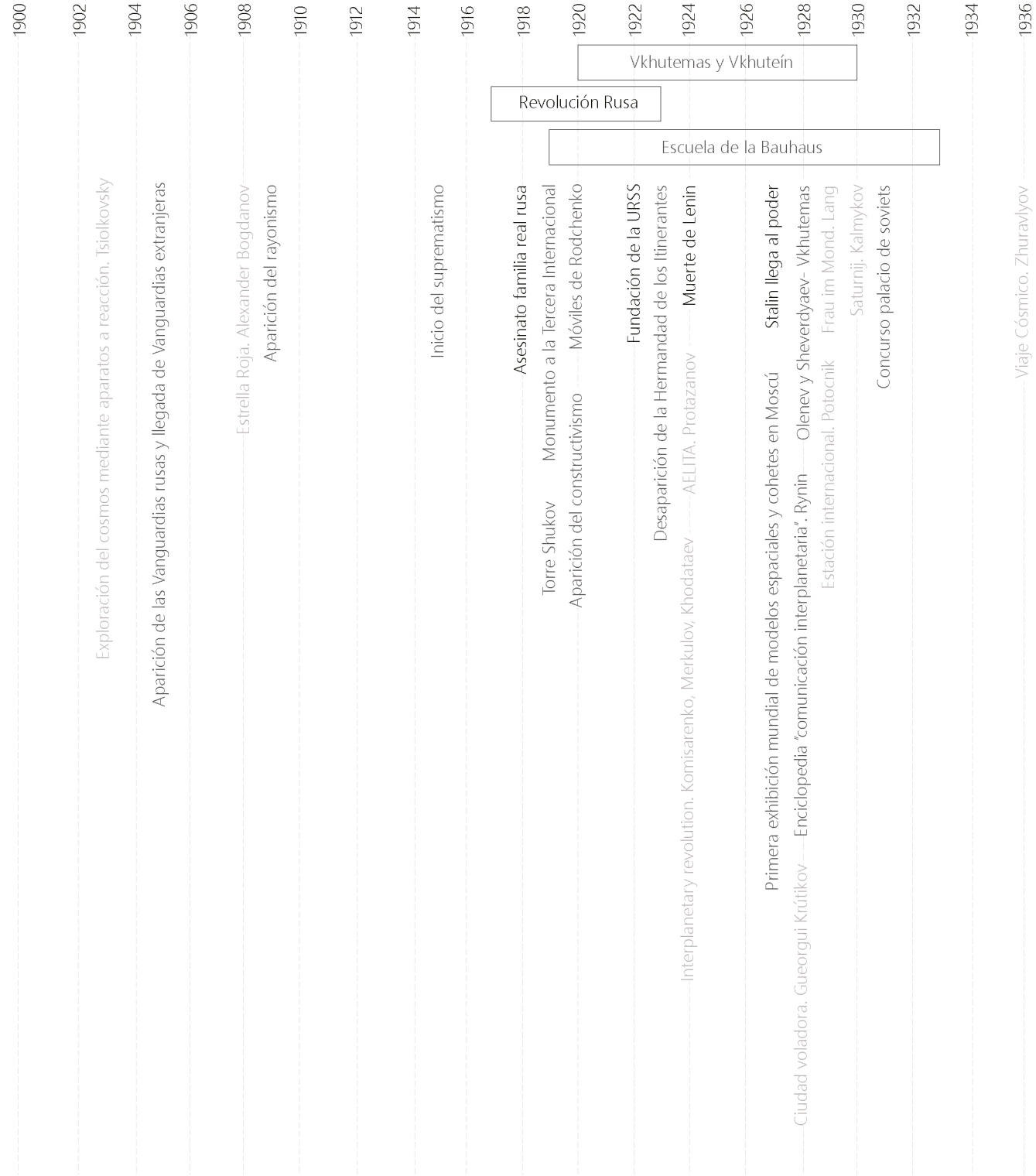
Para la tercera parte, en la que se realiza un análisis de las cápsulas, se ha precisado de la búsqueda sobre las condiciones de vida en el espacio por medio de artículos científicos, el estudio del funcionamiento del interior de las cápsulas y de cuáles eran las necesidades a las que debían dar respuesta. Mucha de esta información fue recopilada por medio de los libros en alemán dedicados a la carrera espacial rusa y de los artículos de Roscosmos en ruso sobre el espacio interior. Gracias al estudio de la primera parte, ha sido posible entender cuáles eran las tendencias en cuanto a arquitectura interior de la sociedad soviética.

1.4 Introducción. Estado de la cuestión

Actualmente existe poca documentación sobre el tema en español, pero en otros idiomas, como en alemán, hay varias publicaciones de libros dedicados a este contenido de la editorial "DOM publishers" que fueron la base para la investigación en este trabajo.

Para desarrollar la primera parte, se ha precisado de varios artículos y tesis sobre las utopías en la Unión Soviética y la escuela de arquitectura de Vkhutemas. Para completar este tema se precisó de videos encontrados en la plataforma de YouTube de varias cuentas asociadas a colegios de arquitectos internacionales y de aquellas dedicadas al cine mudo soviético.

También, se ha realizado una búsqueda en páginas web oficiales como Roscosmos (Agencia espacial rusa) y NASA (Administración nacional de la aeronáutica y del espacio).



2. Antecedentes

"Es preciso soñar,
pero con la condición de creer en nuestros sueños.

De examinar con atención la vida real,
de confrontar nuestra observación con nuestros sueños,
y de realizar escrupulosamente nuestra fantasía."

(Lenin en defensa de los sueños, citado por E. Bloch)

(Méndez Moissen, 2017)

Figura 02: Esquema temporal de los antecedentes. Abarca el período desde principios del siglo XX hasta casi media- dos del siglo. Fuente propia.

2.1 El lugar. La Unión Soviética

La carrera espacial, que hoy en día conocemos, comienza con el lanzamiento del Sputnik en el año 1957 y con la puesta en órbita de Yuri Gagarin en el año 1961, haciendo que la URSS se convirtiese en pionera del legado espacial. Actualmente, entendemos como carrera espacial los años comprendidos entre el lanzamiento del Sputnik y la misión conjunta norteamericana y soviética, la Apollo-Soyuz en 1975. Pero, se podría decir que la carrera espacial comenzó mucho antes, a principios del siglo XX. Para entender esta necesidad de conquistar el espacio exterior y el desarrollo tecnológico que tenían los soviéticos, hay que comenzar explicando la historia y qué ocurría en aquel entonces en esta sociedad. Antes de que se diesen estos acontecimientos, nos encontramos con una Rusia casi completamente feudal, que en un estrecho período de tiempo pasaron por una revolución industrial, el capitalismo y socialismo y un triunfo final de la sociedad proletaria. (Rocamora, 1999: 217)

Para comprender la historia del siglo XX en Rusia se debe tener en cuenta el comienzo de una Revolución que abarcó desde 1917 hasta 1923 y que finalizaría con la creación de la Unión Soviética.

Antes de la Primera Guerra mundial, Rusia crecerá económicamente gracias al avance industrial que se produce. Debido a este avance, la clase obrera y los partidos revolucionarios tomarían un papel importante los años posteriores. A medida que se van produciendo estos progresos, daría comienzo la Primera Guerra Mundial, con una derrota de Rusia en territorio de Prusia. Pero ya en esta etapa en Rusia se estaba produciendo una guerra civil, dado que Lenin animó a convertir una guerra internacional, la Primera Guerra Mundial, en una guerra dentro del Estado.

En 1917 empiezan a organizarse los sóviets de Moscú, que representarán únicamente a clases obreras y no a una clase media ni alta. Los meses posteriores, Rusia se vio envuelta en una profunda crisis que tuvo comienzo con la toma del campo por medio de los campesinos. Después de un tiempo y con la confianza de una mayoría en el Congreso de los Sóviets, los bolcheviques y el SR

(Partido Social Revolucionario) se apoderaron del poder y proclamaron al país en una República socialista Soviética con Lenin a la cabeza.

Durante estos años, hasta el 1922, sucederán varios acontecimientos importantes como la creación de una Constitución en el 1918 y el asesinato del Zar Nicolás II junto con toda la familia real rusa. Es en el año 1922 cuando se proclama y se funda la URSS, que será reconocida por varias potencias mundiales como Gran Bretaña. En 1924 se darán sucesivos cambios en la nueva sociedad soviética, que acelerarán la entrada a un nuevo período en la historia. La muerte de Lenin será uno de ellos y junto con su muerte, muchas vanguardias morirán años posteriores con la llegada al poder de Iósif Stalin en 1927. Varios acontecimientos tendrán lugar hasta el año 1991 con la caída de la Unión Soviética, entre los que estarán la puesta en órbita terrestre de la primera persona. (Bushkovitch, 2013: 309-465)



2.2 La revolución artística. El papel de las vanguardias en la carrera espacial rusa

"We can only be aware of space if we break away from earth,
if the fulcrum disappears"

"Sólo podemos ser conscientes del espacio si nos separamos de la Tierra,
si el punto de apoyo desaparece"

Kazimir Malevich
(Strukov, Goscilo, 2017: 128)

Figura 03: *Space-Force construction*, Liubov Popova, 1922.

Durante el período de tiempo soviético y en especial en los años posteriores a la Revolución, el arte tuvo un papel fundamental en el inicio de la carrera espacial rusa. Este arte dará respuesta en algunos casos a la materialización de los diferentes instrumentos que posteriormente se desarrollaron para albergar a los astronautas en el espacio.

Para explicar el motivo de por qué es tan importante el mundo de las artes en la carrera espacial, hay que empezar diciendo que, en la época de La Ilustración, se dio una renovación ideológica, intelectual, cultural y política. Gracias a esto, varios arquitectos, entre ellos el visionario arquitecto francés Louis Boullée propuso en esta época una arquitectura utópica, su idea de esfera, el llamado *Cenotafio* para Isaac Newton (figuras 04-05). Esto albergaba cierto sentido de lo irreal, el futuro de lo que podría ser un avance científico sacado directamente del siglo XXI. De este modo, esta idea de lo irracional y lo visionario ya tenía un factor importante en la historia.

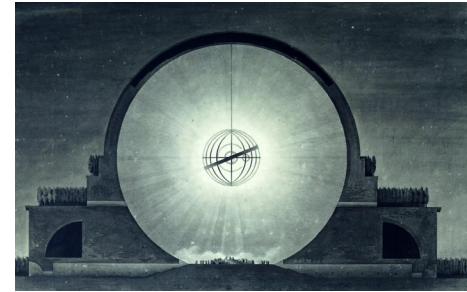


Figura 04: *Cenotafio de Newton*, Étienne-Louis Boullée, 1784.

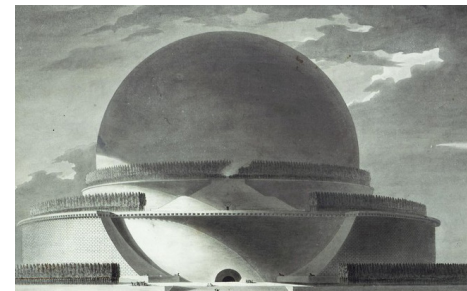


Figura 05: *Cenotafio de Newton*, Étienne-Louis Boullée, 1784.



Figura 06: *El vado*, Nikola Pymonenko, 1901. Ejemplo de pintura de los Itinerantes.

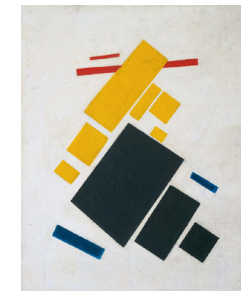


Figura 07: *Suprematism: airplane flying*, Kazimir Malevich, 1915.

Pero, volviendo a principios del siglo XX, los vanguardistas darían también un papel importante a este tipo de arquitectura visionaria y con pinceladas a lo que vendría después con los diseños espaciales.

A finales del siglo XIX una sociedad conocida como La Hermandad de los Itinerantes, en ruso, los Peredvizhniki, llevaron a cabo numerosas pinturas realistas con un alto contenido social hasta bien entrada la Revolución rusa (figura 06). Pero la llegada de las vanguardias, en 1905, tomarán toda la atención en este tiempo, dejando a un lado este arte realista. (Ziegler Delgado, 2017)

La llegada del Rayonismo, con Natalia Goncharova y Mikhail Larionov, calificó como uno de los acontecimientos más importantes, la creación de la aeronave. Del mismo modo el Suprematismo de K. Malévich posterior, dedicaría una de sus investigaciones al estudio de las líneas geométricas de los campos de cultivo vistas desde un aeroplano (Figura 07).

Con esto quiero explicar, el papel tan importante

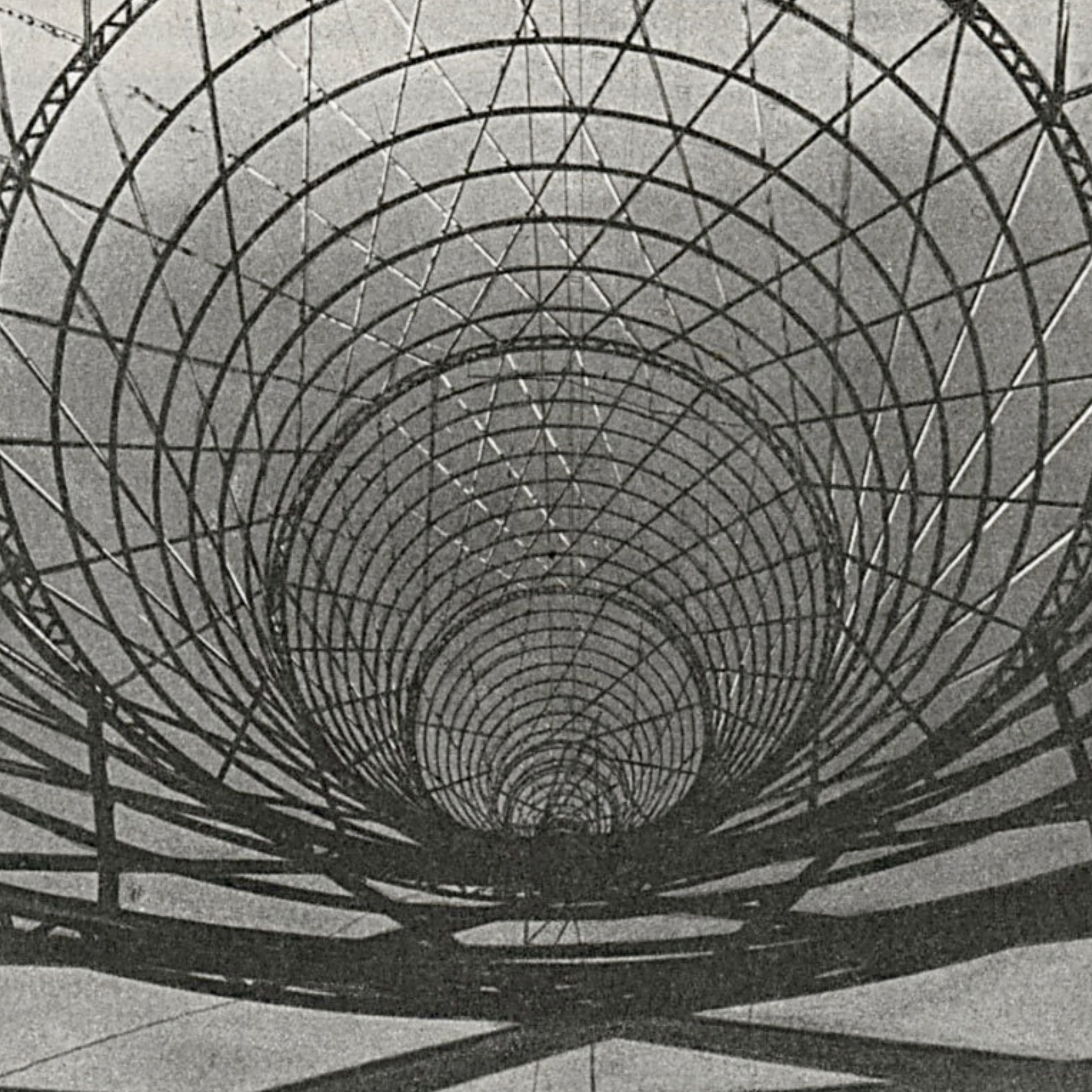


Figura 08: *Torre de Shukov* (1919), fotografía de Aleksandr Ródchenko, 1919.

que tenían en los artistas estos avances a nivel aeronáutico y el interés desde un punto de vista del ser humano diferente, con la posibilidad de poder observar el mundo desde las alturas y en el interior de un objeto flotante. (Rocamora, 1999: 218). Una de las imágenes más conocidas que nos recuerda esta idea pertenece al artista Aleksandr Ródchenko con su fotografía a la *Torre Shukov* en el año 1919.

La torre de Shukov sería construida por el diseñador Vladimir Shukov (1853-1939) entre los años 1919 y 1922. No sería únicamente un emblema estructural, sino que el ambiente en el que estaría construida junto con el auge de las vanguardias y la creación de la escuela Vkhutemas en Rusia, le daría un significado más profundo. Se trata de una estructura formada por varios hiperboloides que se van entrecruzando unos con otros. Esta idea de lo circular, el intento de alcanzar el cielo y el cosmos se ve bien reflejado en estas torres de comunicación (figura 08).

La influencia que tuvieron las vanguardias fue inmensa, no solo en el mundo de la arquitectura sino también en el mundo de la ciencia. La llega-

da del Constructivismo también reflejó el interés por el mundo espacial, pero no se materializó hasta que Vladimir Tatlin, con su necesidad de dar una respuesta estética al mundo técnico, creó el *Monumento a la Tercera Internacional* (1918-1920) (figura 09). Este monumento se trata de una estructura realizada en acero y hierro con forma de espiral. Esta estructura se encuentra inclinada hacia un lateral imitando el eje de rotación de la Tierra. El monumento contenía en su interior cuatro piezas de vidrio que rotaban sobre el eje a una velocidad diferente. De esta manera, se haría referencia al sistema solar y a la rotación de los planetas, era un modo de expresar el interés sobre estas formas esféricas y la relación con la cultura espacial. El cubo haría la rotación en un año, representando a la Tierra, la pirámide en un mes, el cilindro en un día, mientras que por último la media esfera, lo haría en una hora. Tatlin también creó la conocida *Letatlin*, una máquina para volar, con la que nos indicaba la necesidad de elevarse y de la importancia de la suspensión en el aire (figura 10).

El Lissitzky, sería conocido por los Prouns y por la interpretación de los espacios como lugares



Figura 09: *Monumento a la Tercera Internacional*, Vladimir Tatlin, 1917-1918.



Figura 10: *Letatlin*, Vladimir Tatlin, 1932.



Figura 11: *Tribuna de Lenin*, El Lissitzky, 1920.
Figura 12: Cosmódromo de Baikonur, 2018. Collage propio.

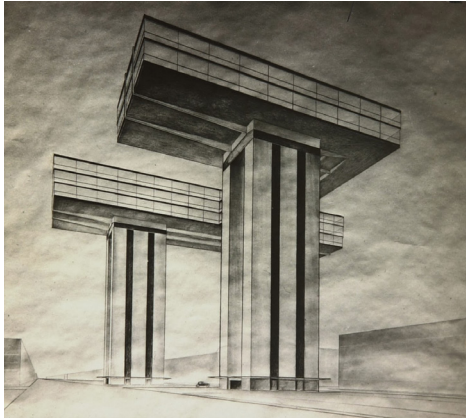


Figura 13: *Wolkenbügel*, El Lissitzky, 1924.

tridimensionales. Sus dibujos constructivistas se pueden interpretar como parte del cosmos, por esta razón, fueron usados para la creación de espacios destacados en el ámbito espacial. No sería el único, dado que varios dibujos constructivistas traspasaron la frontera del papel y llegaron a materializarse en aeronaves o espacios dedicados al cosmos. Se puede destacar la *Tribuna de Lenin*, con una estética en diagonal, que nos recuerda a la estructura posterior de los cosmódromos, como, por ejemplo, el cosmódromo de Baikonur en Kazajistán (figuras 11-12). Lenin se alza en lo alto de una escalera representada por El Lissitzky, en la que no únicamente nos recuerda a estas mega estructuras utilizadas para realizar el lanzamiento de los cohetes, sino que también se inclina queriendo representar a su vez el eje de la Tierra que ya veíamos en el *Monumento a la Tercera Internacional*.

A tener también en cuenta, las torres *Wolkenbügel*, rascacielos plancha nubes, proyectadas por El Lissitzky en el año 1924 intentando representar este deseo de alcanzar el espacio desde la Tierra (figura 13).

Otra de las referencias será Ilya Chashnik (1902-1929) con su imagen *Círculo rojo sobre fondo negro*, 1925 (figura 14). Este dibujo suprematista nos muestra una esfera acompañada de lo que hoy podríamos entender como un satélite orbitando un planeta, que, por el uso del color, Marte sería el astro que más se asemeja.

Por otro lado, tenemos una serie de imágenes del libro *Construcción de la arquitectura y formas mecánicas* del año 1931 de Yakov Chernikov (1889-1951) en el que las formas futuristas ya se empiezan a ver, siempre con esta idea de la esfera acompañada de la línea recta (figura 15).

La imagen de El Lissitzky, el *Proun* del año 1923, también nos da una clara referencia a esta mentalidad de lo espacial y de nuevo, la composición de las imágenes por medio del círculo y la línea recta. Nos podría recordar de forma abstracta a la Estación Espacial Internacional que actualmente conocemos (figura 16).

El dibujo realizado por Ivan Kudryashev (1896-1972)(figura 17), el cual tuvo una estrecha relación con Kostantin Tsiolkovsky nos recuerda a las fotografías de las nebulosas. Estas imá-

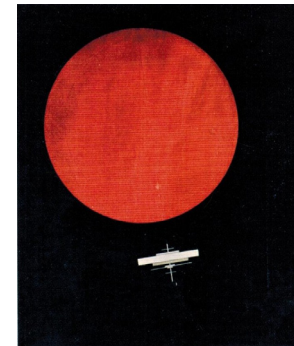


Figura 14: *Círculo rojo sobre fondo negro*, Ilya Chashnik, 1925.



Figura 15: Imágenes del libro *Construcción de la arquitectura y formas mecánicas*, Yakov Chernikov, 1931.

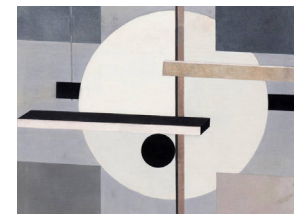


Figura 16: *Proun R.V.N.2*, El Lissitzky, 1923.

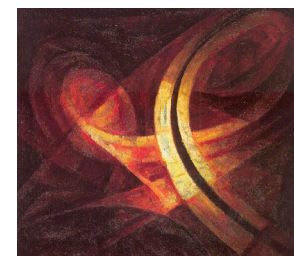


Figura 17: Dibujo de *Trayectoria orbital de un planeta sobre el sol*, Ivan Kudryashev, 1926.

Figura 18: *Litografía álbum suprematismo. 34 dibujos* Kazimir Malevich, 1920.

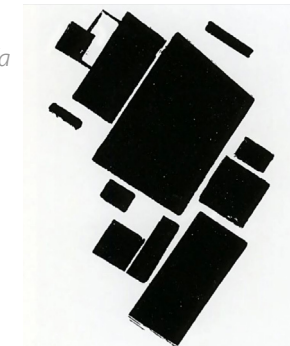


Figura 19: *Kinetic elements of suprematism: circular movement*. Figura 20: *Intersecting lines*, Lazar Khidekel, 1920.

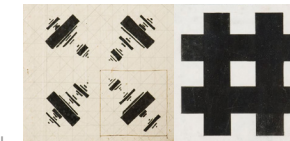


Figura 21: *Oval hanging construction n°12* Aleksandr Ródchenko, 1920.

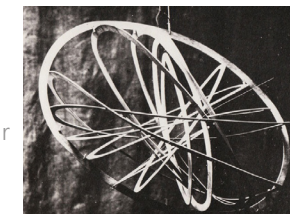
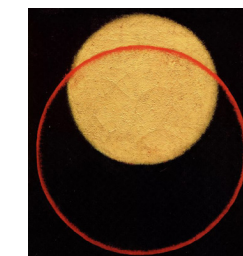


Figura 22 : *Esfera y círculo de color*, Aleksandr Ródchenko, 1918.



genes son un referente de las ideas que K. Tsiolkovsky intentaría por medio del papel explicar. Kudryashev conseguiría la forma de hacer visibles estas teorías por medio del dibujo.

Liubov Popova (1889-1924) estudió en la escuela de Konstantin Yuon. Fue una de las figuras destacadas de las vanguardias rusas y formó parte de varias exposiciones junto con Vladimir Tatlin y Kazimir Malévich (figura 18). En la obra que se muestra (figura 03) se puede apreciar este sentimiento de búsqueda de formación de conjuntos espaciales a través del círculo y los colores.

Lazar Khidekel (1904-1986) nos presenta una característica de sus obras, la idea de las estructuras suprematistas flotando en el espacio. En estas dos obras (figuras 19-20) se aprecia esta sensación de ingravidez que nos producen las líneas negras y el fondo blanco, así como las líneas consecutivas que cambian de grosor nos da la sensación de que el objeto que representa se trata de un mecanismo capaz de volar.

Las dos últimas imágenes (figuras 21-22) pertenecen a Aleksandr Ródchenko (1891-1956). Se trata de uno de los impulsores del Constructivismo

ruso, el cual también trabajó con Vladimir Tatlin y Kazimir Malévich. Los constructivistas tuvieron siempre un pensamiento cósmico en muchas de sus obras, es por esto que en la obra móvil de Aleksandr Ródchenko (figura 21) podemos ver representadas varias esferas que nos recuerdan a las distintas órbitas que hacen los planetas. La obra *Esfera y círculo de color* (figura 22) nos vuelve a presentar la idea del círculo que simbolizaría una estrella y sobre la que se dibuja un aro que la rodea, aludiendo de una forma abstracta a la órbita que los planetas dan sobre las diferentes estrellas, en nuestro caso el Sol. Durante este período de tiempo, el arte y lo cósmico fueron de la mano, pudiendo incluso añadir, que hubo un pensamiento e imaginación cosmogónico, buscando dar respuesta al universo y al mundo de las estrellas.

En el año 1931, con el concurso para la construcción del *Palacio de los Soviets*, con una elección clasicista alejada de las vanguardias y la creación de la Academia de las Artes de la URSS se puede decir que se puso fin al desarrollo de las vanguardias rusas.

2.3 Las utopías dentro del programa espacial

"El arte y los artistas deben ser absolutamente libres en todas sus manifestaciones, porque vivimos en una época de grandes cambios, de liberación espiritual...

la condición necesaria para la existencia de un gran arte es la libertad; cualquier instancia o poder que dirija arbitrariamente la vida de las artes son nuestros enemigos.

Debemos erradicar de nuestra escuela el egoísmo y la vanidad sobre los cuales se ha basado en el pasado el sistema educativo.

¡abajo los diplomas, las funciones,

las palabras grandilocuentes

y las ventajas que humillan al artista!

Una escuela libre, con la libre elección de los profesores,

éstas son las condiciones para una enseñanza renovada...

exigimos la autogestión de las escuelas

y el reconocimiento del papel dirigente de la juventud

sobre su vida espiritual."

(Petición para crear una escuela de arte libre en Rusia, principios del siglo XX)

(Lozano Sanfèlix, 2015: 75)



2.3.1 La escuela Vkhutemas

Para entender más adelante las cápsulas espaciales, se debe comenzar hablando de la escuela superior de Arte y Técnica de Rusia, Vkhutemas. El antecedente de esta escuela es el *Manifiesto del Rayonismo* (1913), siendo su figura principal Mikhail Larionov (1881-1964).

En 1917 se lleva a cabo la reforma de enseñanza artística, que creará el Narkompros (1917-1946) (Comisariado Popular de Educación). Esta institución nace para incidir tanto en la cultura como en la educación, siendo estos dos elementos primordiales para la creación de un nuevo estado en Rusia tras la Revolución. El Narkompros estaba dividido en varias secciones, ninguna de ella siendo más importante o estando por encima de la otra, dado que se consideraban iguales a todas. Las secciones eran por este motivo independientes. Entre estas, podemos encontrar la IZO, que correspondía a las artes visuales, FOTO-KINO al cine, LITO a la literatura, MUZO a la música, TEO al teatro y PRO-LETKULT a la cultura proletaria. En junio de 1920 la sección IZO de Narkompros se reúne y organiza una asamblea general para tratar los puntos importantes de cómo debe avanzar la enseñanza artística en el nuevo Estado. Esta sección será la encargada de la administración de las nuevas escuelas, la Svomas (1919-1920) y más tarde la Vkhutemas (1920-1939). (Figura 23)

Posteriormente, de esta sección nacerá un nuevo grupo de síntesis de la pintura, la escultura y la arquitectura que dará lugar al IHNHUK (1920-1924) encargado de la búsqueda de la enseñanza artística. La reorganización de la enseñanza artística, cuando el Gobierno decide transformar los colegios y escuelas de arte en instituciones libres de enseñanza artística y la fusión de los Talleres Estatales, sería el inicio de la Vkhutemas (1920-1930). En esta escuela los estudiantes podían elegir de forma libre a sus tutores. El lema era, la unión de todas las artes y la creación de un nuevo estilo para el nuevo Estado Soviético, intentando salirse del marcado clasicismo de los Talleres Estatales Libres. Vladimir Lenin firmará el decreto que unirá las dos ramas de Talleres que existían en una

Figura 23: Aleksandr Ródchenko y Vladimir Tatlin en un taller de la escuela Vkhutemas, años 20.

sola institución, la Escuela Industrial de Artes Aplicadas Stróganov y la Escuela de Pintura, Escultura y Arquitectura de Moscú. El motivo de esta firma será motivado tras la Revolución, en el año 1917, cuando los estudiantes de estas dos escuelas se unieron para cambiar el rumbo de la educación. Entre lo que exigían está la supresión de las clases sociales en la academia, la sustitución de las clases por talleres libres dirigidos por artistas de renombre y la fusión de las dos escuelas.

Como ya se ha mencionado, la escuela Vkhutemas, era también la búsqueda de los estudiantes de una enseñanza con un método objetivo que debía sustituir al método subjetivo que se había estado utilizando en las antiguas escuelas de arte.

Es en el año 1918 cuando nace la idea de Vkhutemas fruto de iniciativas de estudiantes y del departamento IZO. Esto hará que se cree un programa de bellas artes en el que se buscaba concretar la función del arte en la sociedad socialista, reorganizar las instituciones artísticas y poner la artesanía a la altura del arte. En el año 1920 la sección IZO convoca una asamblea general con profesorado y estudiantes de las Escuelas Estatales de Arte Libre en la que se hablarán de temas relacionados con la enseñanza. Las instituciones de enseñanza artística tenían que disponer de programas y **métodos experimentales** de educación, la división de las escuelas secundarias y las escuelas superiores para resolver las carencias de conocimientos artísticos que estas sufrían.

La Vkhutemas no solo tenía como objetivo formar a profesionales y artistas, sino que buscaban que la enseñanza fuese multidisciplinar. Por consiguiente, la escuela se convirtió en uno de los lugares donde los movimientos vanguardistas, Constructivismo, Suprematismo y Racionalismo, se extendieron al mundo del arte. Vkhutemas contaba con dos facultades, la facultad de arte con cursos de arquitectura, grafismo y escultura y la facultad industrial con cursos de metalurgia, textiles y cerámica.

De los tres departamentos que formaban parte de la escuela de arquitectura, se encontraba el departamento de **Arquitectura experimental** (figura 24). Esto dio como característica a la institución

el nacimiento de prácticas originales y experimentales en las aulas, enriqueciendo el aprendizaje de los estudiantes.

Los alumnos tenían que pasar primero por un curso preliminar para poder entrar en la escuela, es decir, necesitaban de una formación previa, algo parecido a lo que veríamos en la Bauhaus con el Vorkurs.

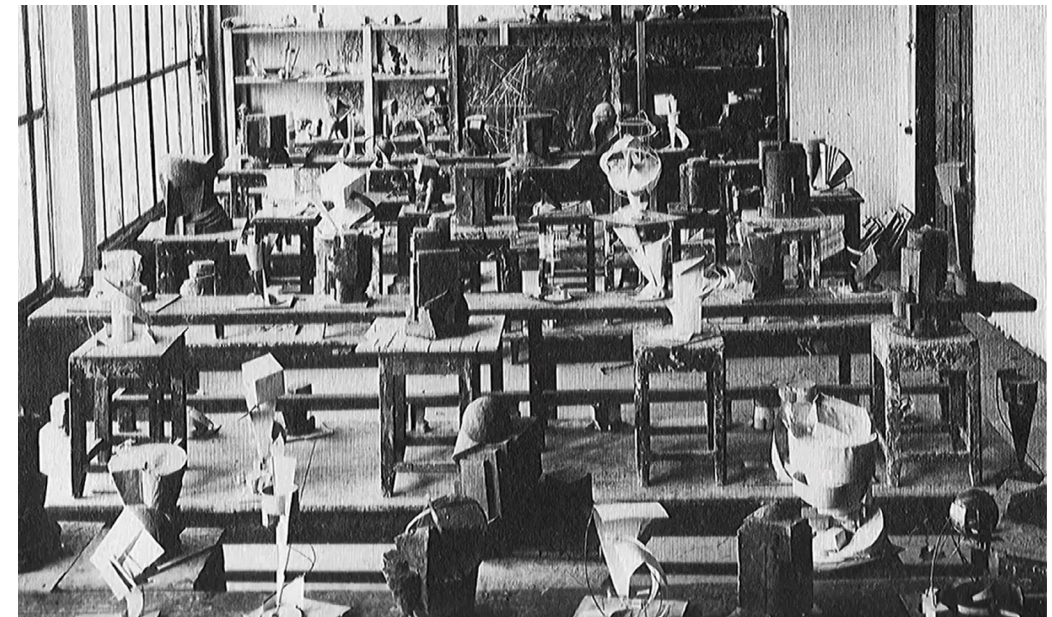


Figura 24: Ejercicio de rotación en la escuela de Vkhutemas en el curso de espacio, 1927.

Los grupos de trabajo que se crearon en el INKHUK, 1920-1924, (Instituto de cultura artística compuesta por arquitectos, pintores, gráficos, escultores fue una sección del IZO) eran el resultado de esa búsqueda de un método que sirviese para todas las artes. Muchos de los artistas estarían presentes también en la Vkhutemas. Estos eran:

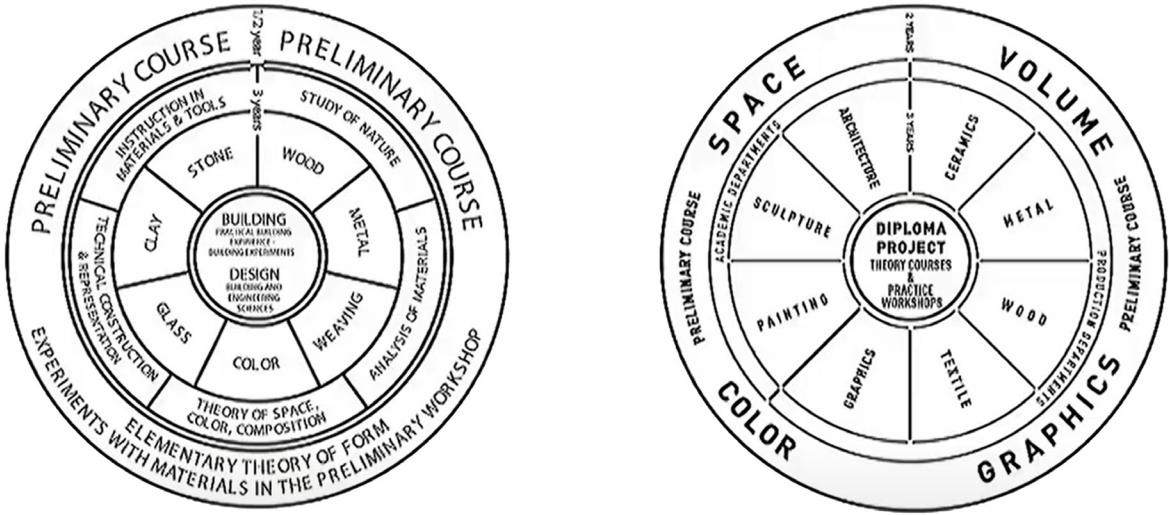
- 1. Arte monumental. Llevado por W.Kandinsky, A. Ródchenko, V. Stepanova entre otros.
- 2. Análisis objetivo. Llevado por A. Babitchev entre otros.
- 3. Música. Llevada por N. Briussova entre otros.
- 4. Arquitectura. Llevada por A. Ródchenko, N. Ladovsky, A. Efimov entre otros.
- 5. Objetivismo. Llevado por A. Vesnin, A. Drévin.

INKHUK fue dirigido por W. Kandinsky llevándolo hacia un terreno más subjetivo, sobre el cual, A. Ródchenko no estaba de acuerdo. De esta manera, el grupo dirigido por Ródchenko optará por una enseñanza más objetiva en la que se incluirán los cursos de color, espacio, volumen y grafismo.

Es importante conocer cómo se organizaban estos cursos, debido a que tendrían una influencia notable en la Vkhutemas. En la escuela de arquitectura había dos secciones. La primera pertenecía a Alexandr Kuznetsov, MVTU y la segunda estaba dirigida por Leonid, Viktor y Aleksandr Vesnin. Como consecuencia de esto, en la escuela Vkhutemas había dos secciones, la escuela neoclásica y los Talleres Unidos de la Izquierda u Obmas. No fue hasta el año 1924 cuando se creó el departamento independiente de Arquitectura Experimental compuesto por los inconformistas.

Nikolai Ladovsky dirigió los Talleres Unidos de la Izquierda u Obmas y en 1923 creó ASNOVA (Asociación de nuevos arquitectos). Años posteriores, Ladovsky junto con los hermanos Vesnin crearon varias competiciones de trabajos de estudiantes, siendo el proyecto más conocido el del arquitecto y estudiante en aquel momento, Gueorgui Krútikov. En 1930 bajo presión del estalinismo se cierra la

escuela, acabando así, con un período liberal de vanguardias rusas. De manera cronológica en Alemania (figura 25) se estaba desarrollando la Bauhaus, la cual tuvo puntos en común con la escuela rusa como el hecho de ser una escuela estatal y la fusión de tradición artesanal con la tecnología moderna. Hubo varios intercambios entre las escuelas, aunque debido a la propaganda anticomunista, la Vkhutemas se recuerda de forma escasa. (Lozano Sanfèlix, 2015: 71-96)



Bauhaus. Diagrama del programa académico. 1922.

Vkhutemas. Diagrama del programa académico. 1923.

Figura 25: Diagramas de las escuelas Bauhaus y Vkhutemas.

Dentro de la escuela Vkhutemas se podrían destacar dos alumnos que posteriormente pasaron a ser profesores de la Marchl (Instituto de arquitectura de Moscú). Profesores que tendrán un impacto importante en la vida de la arquitecta Galina Balashova, de la cual se hablará más adelante debido a que tuvo un papel primordial en el desarrollo del interior de las cápsulas utilizadas durante la carrera espacial.

Se trata de los arquitectos Mikhail Fedorovich Olenev (1907-1953) y Yuri Nikolaevich Sheverdyayev (1909-2000). Olenev formó parte de la escuela vanguardista Vkhutemas, fue uno de los discípulos del clasicista Ivan Zholtovsky (1867-1959), participó en el proyecto del *Palacio de los Soviets* y la reconstrucción de Moscú. Ivan Zholtovsky fue reconocido en la Vkhutemas a consecuencia de que sería el primer decano del departamento de arquitectura. Debido a la división de la escuela en sus orígenes en dos campos nos encontramos con dos directores según la sección. La escuela neoclásica fue dirigida por Zholtovsky, mientras que la segunda sección perteneciente a los Obmas, Talleres Unidos de la Izquierda, estuvo presidida por Nikolai Ladovsky.

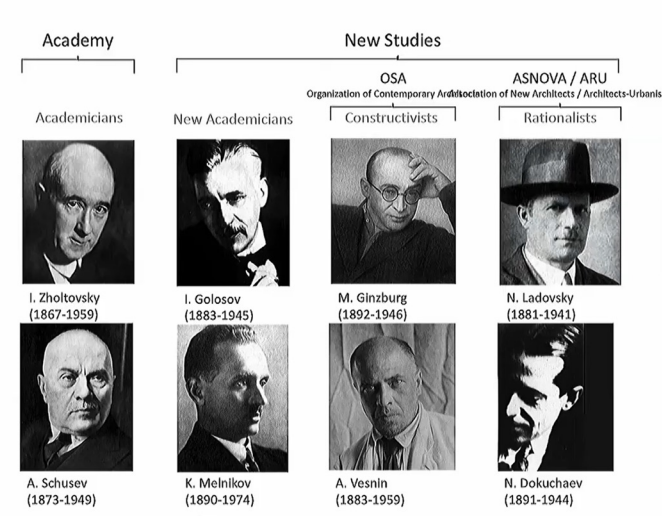


Figura 26: Departamento de arquitectura Vkhutemas, 1920-1926.

Se dice que el departamento más interesante de la Vkhutemas era el llamado Taller Académico que fue llevado por Zholtovsky (figura 26) debido a que tenía una particularidad a la hora de pre-

parar a sus alumnos. Su forma de enseñanza se realizaba por medio de conversaciones en grupos reducidos. Se dedicó a la instrucción de la delineación y la composición clásica. (Lozano Sanfèlix, 2015: 92)

Olenev entra en la academia en el año 1928 en el grupo de Vesnin, pero posteriormente en el postgrado fue alumno de Zholtovsky. Sus obras no traspasaron el papel, de manera que, la gran mayoría de su legado fue transmitido entre sus alumnos y profesores del momento. Este dibujo (figura 27) representa el lavado en una casa de baño del momento, siendo uno de los dibujos que presentó para su admisión en la escuela. La imagen con la esfera (figura 28) formaba parte del curso *Espacio* en la Vkhutemas. (arch:speech, 2015). Yuri Nikolaevich Sheverdyayev coincidió junto con Olenev y fue también pupilo de Zholtovsky. Es conocido actualmente por sus obras realizadas en Moscú.

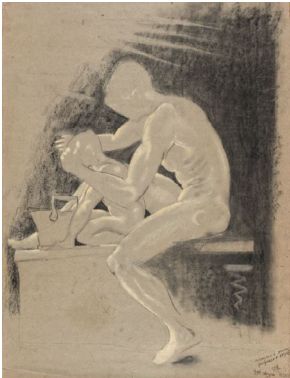


Figura 27:
Dibujo de ingreso en la escuela Vkhutemas, Mikhail Olenev, 1928.



Figura 28:
Dibujo del curso espacio, Mikhail Olenev, 1928.

La escuela Vkhutemas estuvo compuesta por grandes artistas del momento que formaron a una generación de nuevos arquitectos con una mentalidad diferente, una nueva forma de ver y entender los espacios.



2.3.2 Inspiraciones literarias y cinematográficas para el desarrollo de la carrera espacial

"En la noche sin fin, reluciendo ahí fuera
se encuentra la esfera marte, mi estrella roja.
Pero el tirón de la Tierra es demasiado para ti
y su atmósfera pesa en mi corazón"

Alexander Bogdánov

(Bogdánov, 2016: 218)

Figura 29: Fotograma de la película *Viaje Cósmico* de Vasili Zhuravlyov, 1936, a partir de novelas de Kostantin Tsiolkovsky. Se puede ver la nave espacial que los llevará a la Luna. Esta nave es lanzada a través de un puente que atraviesa la ciudad Moscú del futuro, ambientada en el año 1946. El nombre del cohete será Joseph Stalin o CCCP 1.

En la cultura literaria y cinematográfica el tema espacial había sido desde el siglo XIX un tema recurrente a causa de que era aquello desconocido y del que se podían realizar ciencia ficción de la época.

En la Unión Soviética se producirán varias obras dedicadas a este mundo a mediados del siglo xx debido al optimismo económico que vivía el país. Es por este motivo, que el desarrollo de literatura fantástica relacionada con el cosmos tendría un papel importante en esta sociedad. Otro de los motivos de este auge fue que las prominencias del mundo bolchevique se vieron envueltas e interesadas en este tema, haciendo que la sociedad se viera también atraída.

Uno de los filósofos rusos más olvidados hasta el momento en el tema espacial es Nikolai Fedorov (1828-1903). Conoció a Konstantin Tsiolkovsky, padre de la cosmonáutica rusa, el cual se familiarizó con las teorías propuestas por Fedorov. Uno de los mayores temores que tenía Fedorov era la muerte, por este motivo pensaba que al fallecer eras devuelto al cosmos en forma de partículas, las cuales serían recogidas por una expedición de cosmonautas para devolver a la vida a las personas, pero dado que la cantidad de gente que recogerían en el espacio superaría al tamaño de la Tierra, su idea era llevarlos a otros planetas. Este afán y motivación por encontrar quizás la fórmula para la vida eterna hizo cambiar el concepto del cosmos, dándole un significado místico más que matemático. Estas ideas influenciaron al joven Konstantin, pudiéndose apreciar en sus trabajos dedicados al universo esta visión mística y de ocultismo. Una de sus obras más destacadas fue *La exploración del cosmos mediante aparatos a reacción* en 1903. Años más tarde Yakov Perelman (1882-1942) se convertiría en promotor de los trabajos de Konstantin. Perelman sacaría al público sus trabajos debido a que por aquel entonces no se sabía mucho de su obra escrita. Esto hizo que la sociedad rusa le conociese y que el optimismo resurgiese por tener a un gran pensador y científico cósmico en Rusia que pudiese hacer frente al trabajo americano. Yakov Perelman escribirá también sobre el mundo del cosmos en su texto *Interplanetary Travel* del año 1915. (CCAchannel, 2020).

Uno de los primeros literarios fue Julio Verne, con su libro *De La Tierra a la Luna* (1865), en el que ya se presentaba como un visionario de los viajes espaciales que ocurrirían casi un siglo después. Muchas obras literarias posteriores fueron influenciadas por la obra de J. Verne.

A comienzos del siglo XX, el suprematista Kazimir Malévich escribiría en su libro *Suprematismo. 34 dibujos* (1920) la posibilidad de viajes interplanetarios y de satélites alrededor de la Tierra. A mediados del siglo XX, Malévich haría varios bocetos conocidos como *Ciudades del Universo* que serían fuente de inspiración para los futuros arquitectos, ingenieros, científicos e investigadores. (Meuser, 2013: 96)

Alexander Bogdánov, publica en 1908 su novela *Estrella Roja*. Esta se convertiría en uno de los libros más reeditados durante la Revolución rusa en 1917. Bogdánov fue conocido por los numerosos estudios sobre la transfusión de sangre en busca de la juventud eterna, un tema de relativa importancia también para N. Fedorov. En *Estrella Roja*, no solo se habla de una futura sociedad comunista en Marte y del feminismo, bastante novedoso para la época en la que se escribe el libro, sino que también describe con detalle el viaje desde la Tierra a Marte y de cómo una ciudad puede funcionar en otro planeta. Describe su viaje espacial a través del Eteronef (figura 30), un tipo de astronave que se inventa para esta historia. Explica cómo debía funcionar una nave mediante un motor a retro propulsión, pero con claras mejoras utópicas con respecto al motor que propondría K. Tsiolkovsky en su nave. El Eteronef usaría un reactivo de uranio radioactivo encontrado en otro planeta para su puesta en marcha.

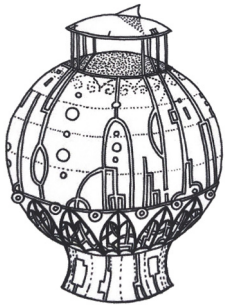


Figura 30: El Eteronef. Palabra inventada por A. Bogdánov que significa astronave, Alexander Bogdánov, 1908.

Debido a que el libro formaba parte de la propaganda soviética y del comunismo como forma de vida en Marte, Bogdánov hará una descripción del tipo de vivienda que se encuentra una vez pisado el planeta con todo detalle a través de la novela.

"Menni vivía en una casita de dos plantas idéntica a las demás.

El elemento más original de la arquitectura marciana eran los techos transparentes,
fabricados con varias láminas de cristal azulado.

Debajo de ellos se encontraban los dormitorios y las salas de estar.

Los marcianos se pasaban las horas libres debajo
de aquella luz celeste debido a su efecto tranquilizador,
sin importarles el desagradable tinte que sus pieles adquirirían bajo la misma.

El conjunto de las habitaciones destinadas al trabajo, tales como el despacho,
el laboratorio de casa o la sala de reuniones, se encontraban en el piso de abajo,
cuyas grandes ventanas permitían que una luz rojiza entrase a oleadas,

reflejada por las brillantes hojas de los parques"

Alexander Bogdánov (Bogdánov, 2016: 82-83)

El Eteronef cuenta con tres superficies diferenciadas, siendo la parte superior necesaria para el despegue. La parte intermedia es la más amplia, a consecuencia de que es el lugar dónde se desarro-

llan las actividades de la nave y la vida. La parte inferior cuenta con el mecanismo de alunizaje. La composición de la nave tenía varios espacios con diferentes usos y secciones con una función pre-dominante en cada uno, recordándonos a la división en módulos del futuro cohete soviético Soyuz. Una de las grandes características de esta nave descrita por A. Bogdánov era la forma redondeada que esta presentaba. Tenían claro que el objeto que los llevaría al espacio exterior debía tener una forma esférica.

"Las ventanas acristaladas dejaban ver la proximidad del suelo

– cóncavo, cómo podía esperarse-

debido al exterior esférico del Eteronef.

Asomados a las ventanas, nos era posible seguir la progresión de la nave.

El suelo se iba alejando cada vez más rápidamente y el horizonte parecía volverse infinito.

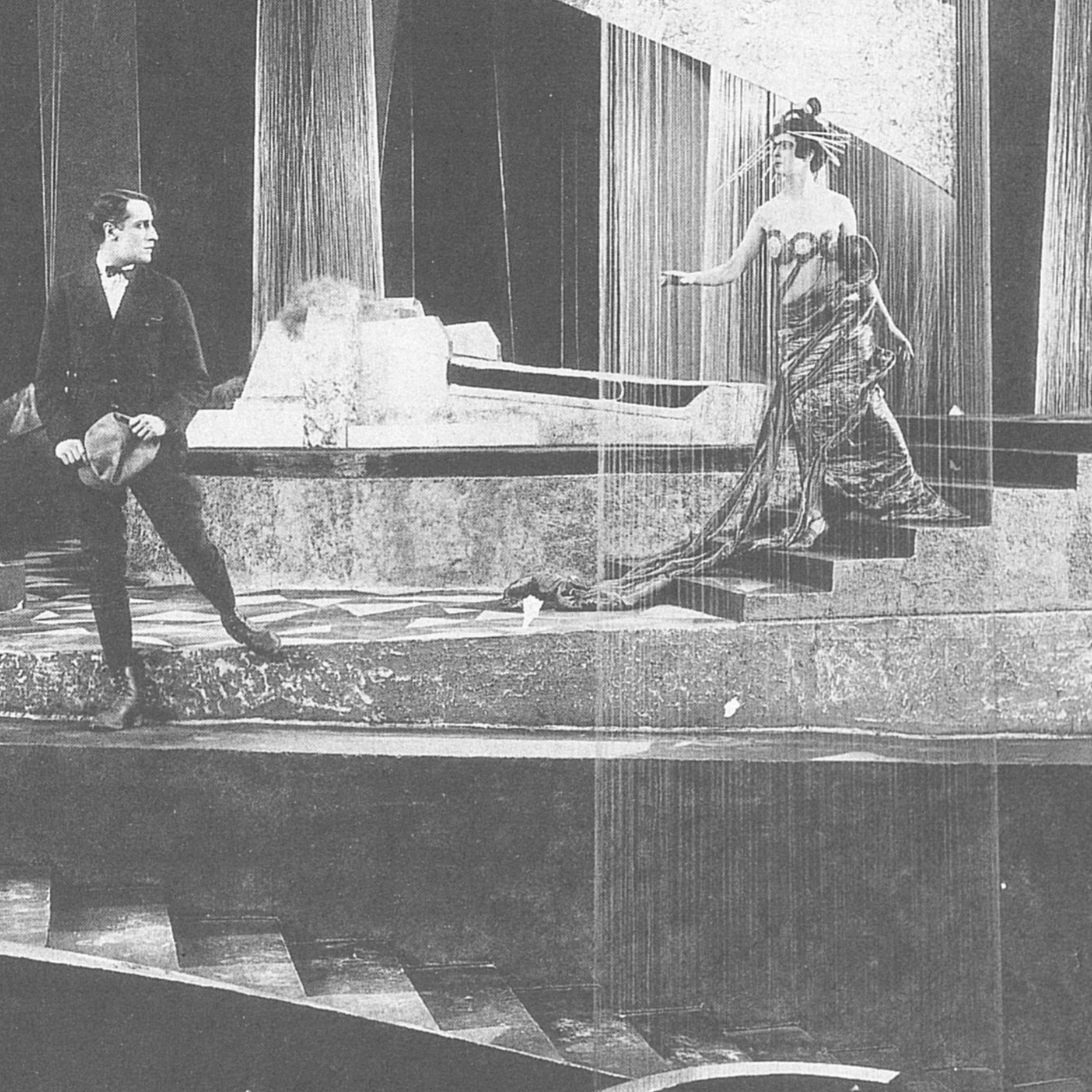
Las manchas oscurecidas de las colinas y de las aldeas se volvían diminutas,
los lagos parecían siluetas dibujadas sobre mapas.

El cielo, cada vez más oscuro,

y el cinturón azul cobalto del mar cubrían el lado oeste de aquel horizonte interminable,

y mis ojos podían ver con mayor claridad el sol inmenso del mediodía."

Alexander Bogdánov (Bogdánov, 2016: 47)



En el año 1928, Nikolai Rynin (1877-1942), hará pública la primera enciclopedia sobre la historia y tecnología de vuelos espaciales y cohetes. La enciclopedia se llamó *Comunicación interplanetaria* y estuvo compuesta por nueve tomos. Nikolai tendrá un contacto activo con ingenieros americanos y europeos occidentales sobre la última información y novedades espaciales sobre ingeniería y tecnología. Tuvo contacto con ingenieros como Hermann Oberth (1894-1989) y Robert Goddard (1882-1945), los cuales trabajaron para los Estados Unidos de América posteriormente en la carrera por conquistar el espacio. (CCAchannel, 2020)

Quince años más tarde de la publicación del libro *Estrella Roja*, en 1924, se creará un clip de siete minutos de duración llamado *Interplanetary Revolution* que describe esa lucha planetaria y esos inicios por el interés espacial que más tarde iniciarían la carrera espacial soviética. Zenon Komisarenko, Yuri Merkulov y Nikolai Khodataev fueron los creadores de este corto ruso. En este clip se observan varios cohetes que quieren representar la aeronave como un medio de desplazamiento de uso cotidiano y el funcionamiento de estas en el espacio. Las imágenes muestran cómo el futuro de la sociedad estará marcado por viajes espaciales tripulados.

En el año 1924 se saca a la luz la película *AELITA* dirigida por Yakov Protazanov (figura 31), siendo el filme una adaptación de la novela de Aleksey Tolstoy. El tema tratado será un recurso utilizado de forma recurrente, el rey tirano que se encuentra en Marte y los revolucionarios rusos que acuden después de una llamada de socorro para liberar al planeta. La escenografía constructivista utilizada y los cambios de escena entre Marte y la Tierra serán continuos en la película a consecuencia de que desde Marte tenían la posibilidad de espiar las actividades que realizaban las personas en la Tierra.

Figura 31: Escena de la película de *Aelita* con detalle de los protagonistas. Se aprecia el diseño del vestuario constructivista y el decorado típico de esta época de Vanguardias, Yakov Protazanov, 1924.

Otros cineastas europeos como Georges Méliès tuvieron grandes éxitos con películas como *Le voyage dans la Lune* (1902). Méliès estuvo inspirado tanto por Julio Verne mediante sus novelas como por la novela de *Primer hombre en la Luna* (1901) escrita por H. G. Wells.

Los viajes a la Luna eran una inspiración para una gran mayoría de cineastas y escritores de la época, sin ser algo exclusivo de la cultura soviética. Una de estas referencias es la película *Frau im Mond* (Una mujer en la Luna) del año 1929 dirigida por Fritz Lang en la que el ingeniero Hermann Oberth hizo el diseño de la cápsula que aparece en las escenas.

La película *Viaje cósmico* de Vasili Zhuravlyov, del año 1936, contó con la ayuda del ingeniero ruso Kostantin Tsiolkovsky para crear los dibujos de las escenas (figuras 32-33). En el filme se nos revela este espíritu heroico de viajar al espacio y poder alcanzar la Luna que existía en la sociedad rusa.

Otra referencia literaria, gracias a los magníficos dibujos, fue *The science book of space travel* (1954) de Harold Leland con ilustraciones de Jack Coggins (figura 34).

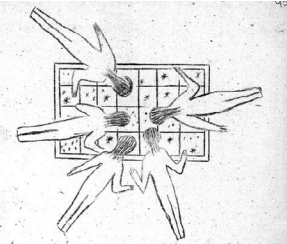


Figura 32: Dibujo para la película *Viaje Cósmico*, Kostantin Tsiolkovsky, 1936.



Figura 33: Dibujos y escenas para la película *Viaje Cósmico*, Kostantin Tsiolkovsky, 1936.



Figura 34: *The science book of space travel*, ilustraciones de Jack Coggins, 1954.

Figura 35: *The complete book of space travel*, ilustraciones de Virgil Finlay, 1959.



Figura 36: *The complete book of space travel*, ilustraciones de Virgil Finlay, 1959.



Figura 37: *The complete book of space travel*, ilustraciones de Virgil Finlay, 1959.



Uno de los referentes de viajes espaciales de finales de los años cincuenta, concretamente del año 1959, fue escrito por Albro T. Gaul con ilustraciones de Virgil Finlay. Se trata del libro *The complete book of space travel* (figuras 35-37). Estos dibujos les haría soñar con una sociedad que habitase el universo, con diferentes posibilidades de hábitat.

Dentro de la literatura vemos ese interés por resaltar el viaje espacial y de cómo este debía ser una actividad normal de las personas en la Tierra. No se trata de una curiosidad puntual, sino de una búsqueda, en muchas ocasiones, de la respuesta a los orígenes, de entender aquello que veían relucir cada noche, las estrellas, el cosmos.

En las páginas siguientes se puede apreciar una colección de diferentes portadas de los periódicos y revistas rusas dedicadas de forma especial al tema cósmico. También se realiza una secuencia de imágenes mediante fotogramas de las películas más influyentes en la sociedad rusa sobre la vida cósmica y de la película *Frau im Mond* debido a la exactitud con la que se describe el viaje espacial.

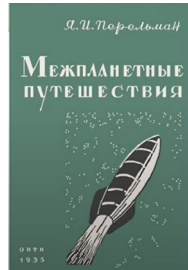


Figura 38



Figura 39



Figura 40



Figura 41



Figura 42

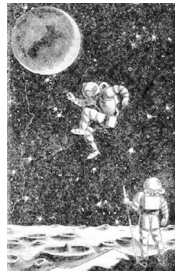


Figura 43



Figura 44



Figura 45

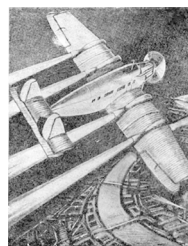


Figura 46

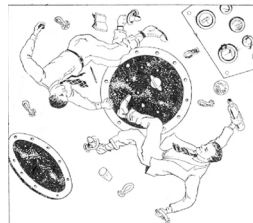


Figura 47



Figura 48



Figura 49

Figura 38: Portada libro de Perelman, 1935. **Figura 39:** *Planetas distantes* Vestnik znaniia No 4, 1926. M.Ia.Mizerniuk **Figura 40:** *Vokrug Sveta Alrededor del mundo* No 47, 1929. **Figura 41:** *Znanie-sila El saber es poder* No 23-24, 1932. **Figura 42:** *Vokrug Sveta Alrededor del mundo* No 31, 1930. **Figura 43:** *Vokrug Sveta Alrededor del mundo* No 15, 1929. **Figura 44:** N.A.Rynin *Viajes interplanetarios: sueños, leyendas y primeras fantasías*, 1928. **Figura 45:** *Viaje a Marte* N. Prusakov y G. Borisov, 1929. **Figura 46:** "Авион для полета к пределам стратосферы" Smena, 1933. **Figura 47:** *Ciencia y vida* No 11, 1938. **Figura 48:** *Tecnología para la juventud* No 3, 1938. **Figura 49:** *Tecnología para la juventud* No 6, 1941.

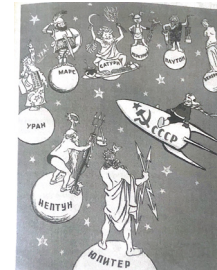


Figura 50



Figura 51



Figura 52



Figura 53



Figura 54



Figura 55



Figura 56

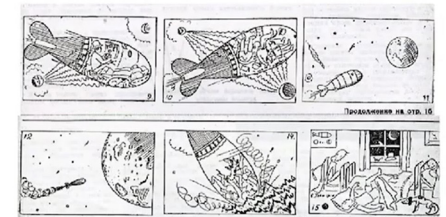


Figura 57



Figura 58



Figura 59

Figura 50: Revista Krokodil, I.M. Semenov, *planets: our ranks have swollen!*, 1959. **Figura 51:** Portada libro Perelman, 1919-1935. **Figura 52:** *Alrededor del mundo*, no 47, 1929. **Figura 53:** *satélite mundial*, no 2, 1930. **Figura 54:** Poster para la película de *Aelita*. **Figura 55:** *Viajes interplanetarios, aeronaves*, N.A. Rynin, 1928. **Figura 56:** *El viaje de la Nave de V. Golitsyn*, *Znanie-sila* nos, 1932. **Figura 57:** Portada *Viaje Cósmico*, Vasili Zhuravlyov, 1936. **Figura 58:** I.M. Semenov, *Heavely Cosmodrome*, Krokodil, 1964. **Figura 59:** I.M. Semenov, *On the ocean of the air*, Krokodil, 1958.



Figura 60: Fotogramas de la película *Interplanetary Revolution*, Zenon Komisarenko, Yuri Merkulov y Nikolai Khodataev, 1924.



Figura 61: Fotogramas de la película *Aelita*, Yakov Protazanov, 1924.



Figura 62: Fotogramas de la película *Frau im Mond*, Fritz Lang, 1929.

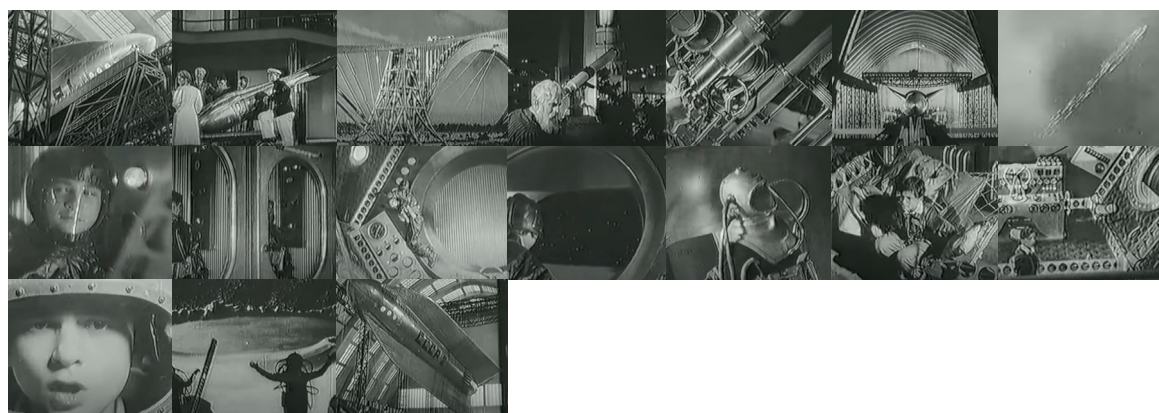
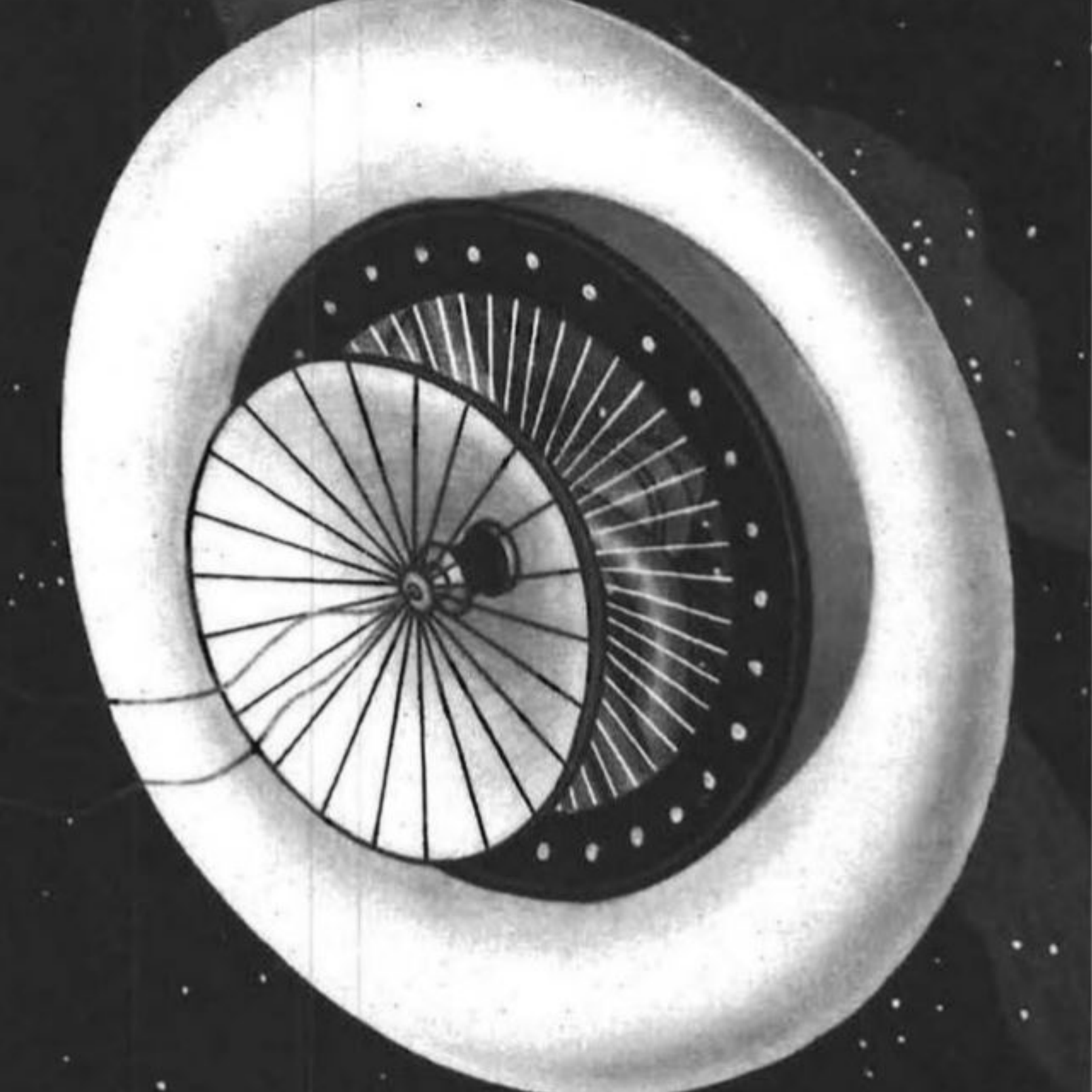


Figura 63: Fotogramas de la película *Viaje Cósmico*, Vasili Zhuravlyov, 1936.

Todas estas obras cinematográficas no solo tuvieron un papel importante dentro del cine, sino que a nivel científico respondieron a muchas dudas que serían importantes a la hora de diseñar el interior de las cápsulas utilizadas a lo largo de la carrera espacial. En los fotogramas de la película de *Frau im Mond* de Fritz Lang se aprecia la necesidad de tener un mecanismo en el suelo y en la cubierta que te permita permanecer unido a la superficie. Estas ideas vienen acompañadas de bases científicas que hacían que la película tuviese un carácter divulgativo de tecnología en aquel momento. La película *Viaje Cósmico* dirigida por Vasili Zhuravlyov también tendría esta particularidad para la sociedad estalinista de la época.¹

¹ Estas películas están centradas en la Luna y Marte, debido a que estos dos planetas son los que más interés han tenido en la población a nivel mundial a lo largo de la historia. Estas tenían un carácter científico que era aprobado en muchos casos por un ingeniero o físico. En el caso de la película de *Frau im Mond*, Fritz Lang supo rodearse de personalidades del mundo de la astronomía como Willy Ley que popularizó el uso del cohete y los viajes espaciales. Hermann Oberth fue otro de los asesores de la película de Lang. Oberth, estudió física y es considerado uno de los precursores de la astronomía. Su historia es parecida a la de Gueorgui Krútkov debido a que tacharon sus trabajos de utópicos, no siendo relevantes en los años treinta. Más tarde, serían imprescindibles para el avance del estudio de la ingeniería de cohetes. Por otro lado, la película de *Viaje Cósmico* de Vasili Zhuravlyov contaría con la ayuda y el asesoramiento de otro precursor de la astronomía, el científico ruso Kostantin Tsiolkovsky, el cual, dio las pautas técnicas que debían seguir las escenas y fue además una de sus oportunidades para mostrar sus teorías a toda la Unión Soviética en la gran pantalla.



2.3.3 Inspiraciones arquitectónicas

"Todas estas formas, cuando son verdaderamente artísticas,
cumplen su propósito y se convierten en alimento
para el espíritu"

On the spiritual in Art, Kandinsky

(Kandinsky, 1946: 11)

Figura 64: Rueda habitable de la estación espacial diseñada por Herman Potocnik. La estación está recibiendo el sol directo, motivo por el que la superficie se aprecia en una tonalidad más clara, Herman Potocnik, 1928.

Ciudad Voladora de Gueorgui Krútikov, 1928

En los años veinte, una serie de circunstancias permitieron la posibilidad de un auge en la creación y experimentación en la arquitectura, la cual posiblemente no se volvió a ver durante el siglo XX. (Jan-Magomédov, 2015: 69-93)

Una de las grandes referencias de las utopías de los viajes espaciales rusos y la vida en otros planetas es la *Ciudad Voladora* de Gueorgui Krútikov. Desarrollará en su proyecto varias formas de desplazarse de forma interplanetaria y nuevas posibilidades de entender la vivienda.

En 1928 el Arquitecto Gueorgui Krútikov presenta su trabajo de final de carrera llamado: *La ciudad del futuro (evolución de los principios arquitectónicos del urbanismo y la organización residencial)*.

Esta ciudad del futuro debía estar compuesta por dos elementos, la parte vertical que correspondía a la zona residencial y la parte horizontal a la zona industrial. La parte vertical se encontraba suspendida, explicando que son los habitantes los que vuelan y no la ciudad. La zona residencial colgaba sobre la industrial con una forma de paraboloide invertido y los diferentes ejes del paraboloide se dividían de la siguiente manera:

- 1. La autopista, se encontraba dentro del eje del paraboloide.
- 2. Las calles, partían de la autopista y en la zona residencial eran ejes radiales, mientras que en la zona industrial formaban radios en espiral. (Jan-Magomédov, 2015: 68-83)

La importancia que tuvo Krútikov en su trabajo no fue únicamente la creación de esta nueva ciudad, teniendo en cuenta la gran repercusión que obtuvo al otorgar a las cápsulas que debían utilizarse para acceder a las viviendas un nuevo significado.

"...el desarrollo a gran escala del transporte aéreo (tanto local, como de larga distancia)

y, en especial, la aparición de un sistema universal de transporte individual que ofreciera al mismo tiempo un mínimo confort para una estancia breve

(la **cápsula habitable** era autónoma, pero también era parte integrante de la vivienda estática), permitiría liberar la tierra de estructuras de transporte y elevar edificios comunitarios y residenciales al aire.

La comunicación entre la tierra y los edificios suspendidos en el aire se llevaba a cabo con la ayuda de un medio de transporte universal

(la **cabina**) ..."²

(Jan-Magomédov, 2015: 74)

2 Gueorgui Krútikov realzó la importancia de entender la cápsula no sólo como un medio de transporte sino como un espacio habitable que fuese autónomo en sus funciones y que diese la posibilidad de poder permanecer en su interior durante períodos prolongados. Esta idea propuesta en la defensa de su trabajo en el año 1928 ha sido una de las fuentes de inspiración para poder realizar este estudio aquí expuesto. Plantearse la idea de nuevo, en una escuela de arquitectura, de cuál es el papel que tiene la cápsula espacial y a qué necesidades vitales debe dar solución.

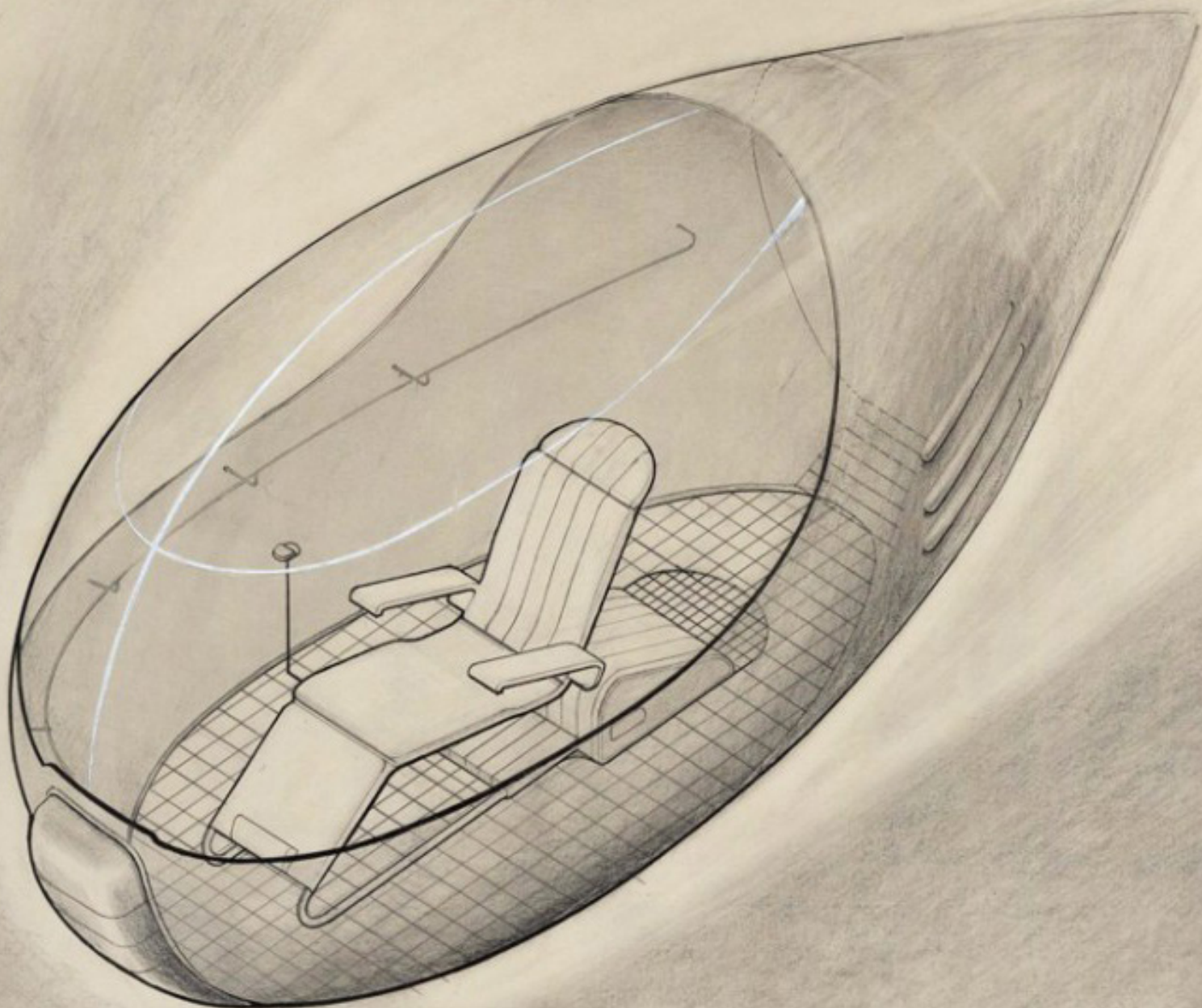


Figura 66:
Tipología de
vivienda
Comuna
de trabajo,
Gueorgui,
Krútkov,
1928.

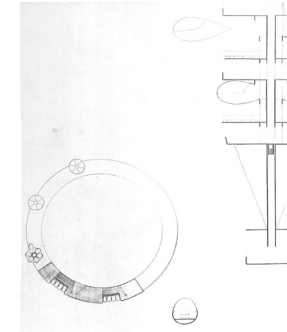


Figura 67:
Tipología
de vivienda
Comuna
de trabajo,
Gueorgui
Krútkov,
1928.

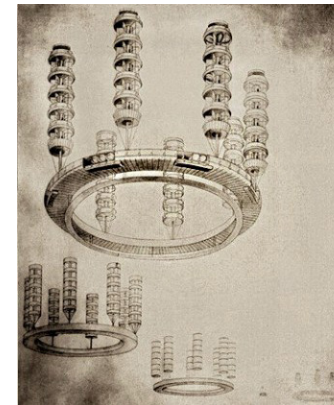


Figura 65: Cápsula cabina para la *Ciudad Voladora*, Gueorgui Krútkov, 1928.

Esta cabina que se podía usar por medios aéreos, terrestres y acuáticos, era vista por Krútkov no solo como un medio de transporte sino como una **cápsula habitable móvil** diseñada para estancias breves. Esta cabina estaba equipada con mobiliario retráctil y convertible únicamente para un tripulante. Una de las ideas era que la piel de esta cápsula fuera elástica, esto quiere decir que dependiendo de la posición que ocupase la persona en su interior la piel de la cabina cambiaría según el momento para que resultase cómoda, pero siempre manteniendo su estructura externa. La cabina (figura 65) no tenía timones, sino que estaba compuesta por un sistema innovador de campos electromagnéticos. Como resumen, Krútkov la describía como la parte móvil y autónoma de una vivienda estática. Esta ciudad fue proyectada como un conjunto residencial o barrio, el cual tendría diferentes tipologías de vivienda y uso. Las residencias se dividían en tres:

Comuna de trabajo. Este primer tipo eran las comunas de trabajadores (figuras 66-67). Contaban con ocho edificios residenciales verticales con cinco pisos de altura y con una planta circular. Cada planta contaba con seis viviendas alveolares. Las

viviendas contaban con tres elementos principales, una Logia o galería de doble altura con un dispositivo de fijación para los nuevos transportes universales (la cabina), un camarote en la parte superior junto a la parte residencial y un espacio principal de la casa. Estos elementos se disponían de forma vertical los unos con los otros mediante un ascensor que los conectaba. Había un edificio público que contaba con espacios de distinto uso, como una cantina, una biblioteca y una discoteca.

Comunas compactas. (figuras 68-69). Según Krútikov este tipo de vivienda era la concentración en forma vertical del primer tipo de vivienda en una variación de forma cilíndrica, con un anillo unido a una esfera.

Hotel. El tercer tipo se trataba de un hotel destinado a personas de tránsito (figura 70). Tenía una forma vertical y estaba dividido en tres ámbitos con distintas funciones. La primera, era el sistema escalonado en forma de panal para el aparcamiento temporal del transporte, este espacio se encontraba en la zona inferior. En la zona central había viviendas de uso individual y en la superior, con forma de cúpula, había diferentes salas de

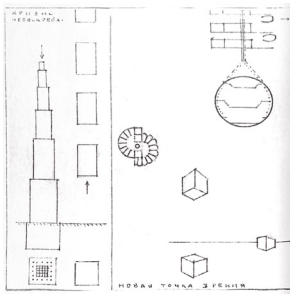


Figura 68:
Tipología de vivienda comuna compacta, sección y alzado Gueorgui Krútikov, 1928.

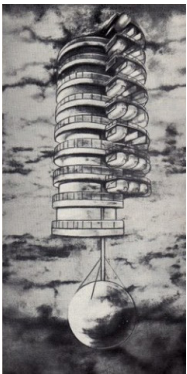


Figura 69:
Tipología de vivienda comuna compacta, Gueorgui Krútikov, 1928.

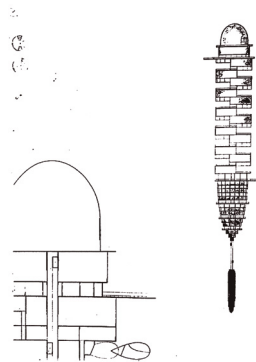


Figura 70:
Tipología de vivienda Hotel, Gueorgui Krútikov, 1928.

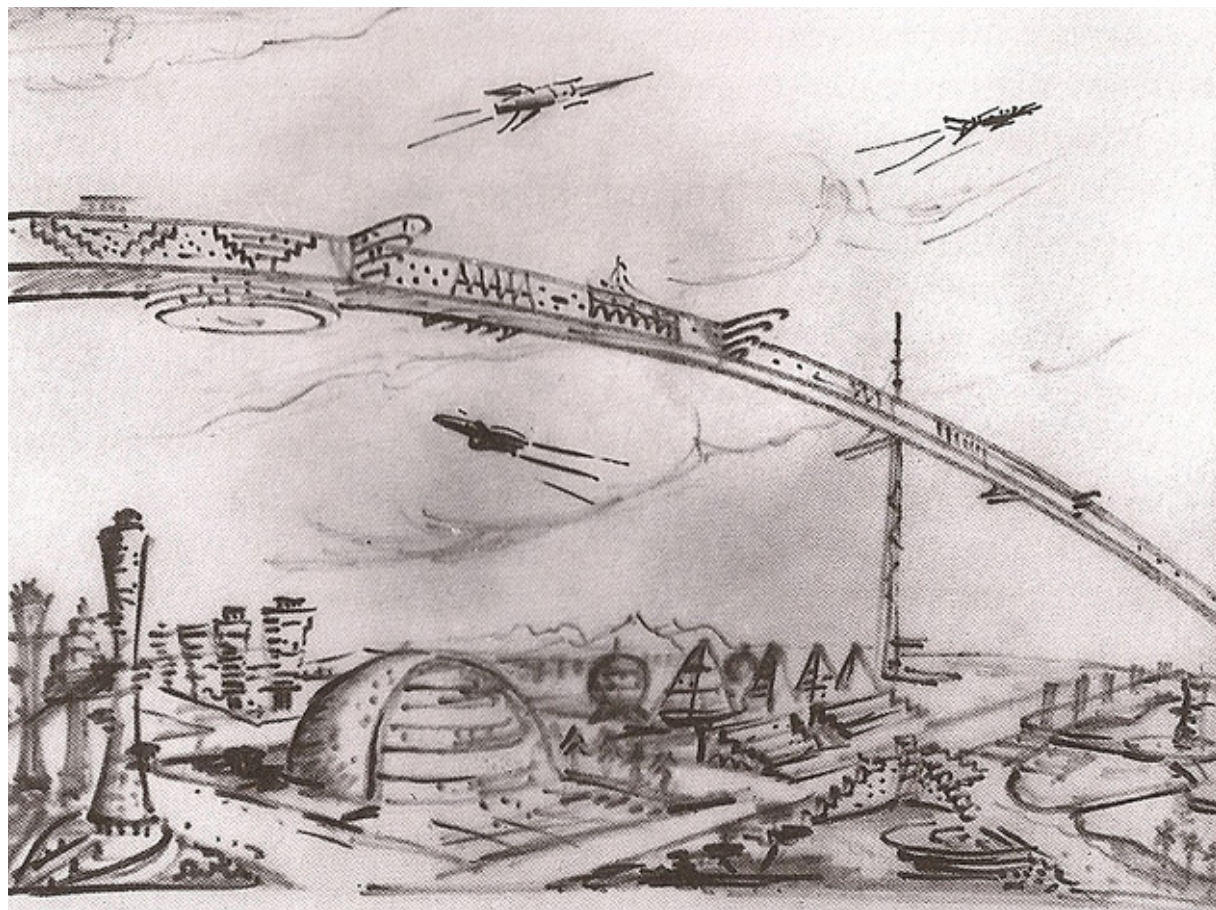
uso público. La estructura y la disposición de este proyecto está directamente orientado al transporte aéreo. La parte móvil de la ciudad está representada por los habitantes que vuelan con las células móviles. Algunos aspectos claves como la distribución del agua a estas viviendas y el saneamiento no se aclararon en el proyecto. Esta ciudad de Krútikov y otras experimentales fueron una pieza clave durante los años veinte y treinta para dar una perspectiva más amplia del urbanismo y planeamientos a gran escala. (Meuser, 2013: 94-108) y (Jan-Magomédov, 2015: 68-83).

"En lugar del caos de la línea en la superficie caótica de la Tierra,
una organización armoniosa en el libre espacio tridimensional de la atmósfera.

El caos de la línea y la perfección del círculo
como contraposición espacial en correspondencia con:
el primero, el mundo anarco-individualista del capitalismo
y, el segundo, el socialismo."

Gueorgui Krútikov (Jan-Magomédov, 2015: 85)

Entre los libros que utilizó Krútikov para realizar la bibliografía estaban los escritos de Albert Einstein, *Sobre la teoría de la relatividad espacial y general* 1920 y los trabajos de Kostantin Tsiolkovsky sobre los transportes por tierra, agua y aire. También tomó como referencia los distintos sistemas estructurales que proponía Tsiolkovsky: blando, semirrígido y rígido. Así como la idea de la cápsula estuvo influenciada por el dirigible metálico del físico soviético. (Jan-Magomédov, 2015: 88-89)



***Saturnij*, Viktor Kalmykov, 1928**

Viktor Kalmykov (1908-1981) tratará el tema de la arquitectura imaginaria en un proyecto llamado *Saturnij* (1928-1930) (figura 71). Viktor fue alumno de la Vkhutein y se graduó en el año 1930. Durante su paso por la escuela fue alumno de Nikolai Ladovsky, siendo uno de sus estudiantes con más talento de su año. (MIP, 2019)

Figura 72:
Saturnij,
esquemas y
dibujos, Viktor
Kalmykov,
1930.

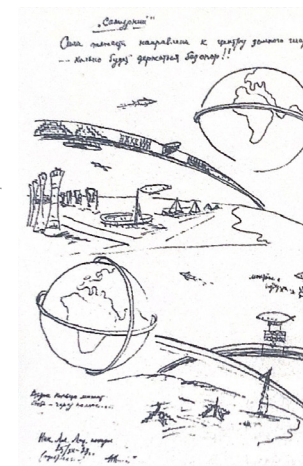


Figura 73 :
Saturnij,
esquemas y
dibujos, Viktor
Kalmykov,
1930.

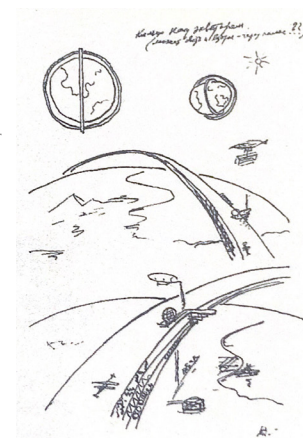


Figura 71: *Saturnij*, Dibujo de la ciudad, Viktor
Kalmykov, 1930. Página 64.

El componente principal de esta nueva visión es una construcción en forma de anillo que flota entre tres y cinco kilómetros sobre la superficie de la Tierra. Una obra que rodea a la Tierra desde el ecuador en forma de aro, como si fuese un anillo de Saturno.

Se propone también un anillo en la otra dirección que abarque desde el polo sur al norte. (figuras 72-73)

Estos aros deberían girar a la velocidad terrestre, siendo esta una de las partes complicadas del proyecto, el eje de rotación de la Tierra, dado que debían coincidir. El espacio está propuesto con materiales ligeros y con juntas de un tipo de gel para que el anillo aguante las fuerzas físicas. La ciudad está compuesta por varios niveles, destinando los inferiores al equipamiento técnico, el transporte y las zonas industriales, y los superiores estarían formados por casas móviles desmontables y edificios públicos. Para el montaje de la ciudad se pensó usar helicópteros y globos aéreos. El propósito de este proyecto es dar una solución a la escasez de espacio en la Tierra y el desarrollo del futuro de la construcción, como ya veíamos en el proyecto de Gueorgui Krútikov. (Meuser, 2013: 101-108)

Ciudad solar, Ivan Leonidov 1943

El proyecto de la *Ciudad solar* (1943-1959) del constructivista Ivan Leonidov se puede clasificar como una utopía cósmica soviética. Ivan Leonidov, al igual que Krútkov, estudió pintura y arquitectura en la escuela Vkhutemas junto a A. Vesnin. Esta nueva versión utópica de una ciudad en el Sol se compone de rascacielos que cubren la ciudad realizados, en su gran mayoría, con vidrio. La zona superior está compuesta por naves que cuelgan de cables. El Mito o zona central de esta ciudad es una pirámide sobre la que flota una bola dorada que representa al Sol.

Se puede decir que años más tarde, en los años sesenta, la URSS llevó a la realidad todas estas ideas utópicas de la conquista heroica del espacio y la superación de las leyes de la física. Muchos de los hallazgos y nuevas metas de estas décadas, se vieron impulsados gracias a estas visiones utópicas del cosmos. Aun así, entre los años veinte y cuarenta, estas ideas no se veían como algo ficticio ni mucho menos, sino como un futuro no tan lejano con posibilidad de realizarse y al alcance de todos.

Con la llegada de Stalin y el Realismo socialista, esta idea se desvaneció, aunque Ivan Leonidov siguió trabajando en su proyecto hasta su fallecimiento. Su idea fue creciendo gracias a las referencias del filósofo italiano, Tomasso Campanella en *La Città del Sole* (1623). La nueva urbe que planteaba no solo debía estar compuesta por edificios, sino que debía responder a unos ideales comunistas. (Meuser, 2013: 112-169)

Años más tarde, uno de los inventores de la arquitectura cósmica, Vyacheslav Loktev (1960), vería la arquitectura cósmica no como una utopía ni una fantasía sino como una realidad. De esta manera el legado utópico del cosmos seguiría activo hasta los años sesenta, pero ya con pruebas de que la conquista espacial no se trataba de una fantasía sino de una realidad. (Meuser, 2013: 112-169)

Por último, se debe nombrar al ingeniero esloveno Herman Potocnik, el cual planteaba ya en el año 1929 una estación internacional permanente circular y varios módulos de habitación. Explicaba la posibilidad de vivir en un entorno ingrávido sin casi ningún problema para la salud, aunque aclaraba de manera especial que en períodos largos el cuerpo humano sí se podría ver realmente afectado. A causa de las condiciones que planteaba el problema de falta de gravedad, decidió dividir en tres la estación espacial:

La rueda del hábitat, con un estado gravitatorio parecido al de la Tierra debido a la rotación. Sería usada para momentos de relajación y actividades vitales. Estaba compuesta por habitaciones separadas por tabiques las cuales estaban conectadas mediante un pasillo que rodea la estación. Los espacios principales eran las habitaciones individuales, áreas de trabajo y estudio, comedor, laboratorios y talleres. Las habitaciones estaban todas amuebladas de la misma manera que la Tierra y los espacios húmedos contaban con agua caliente y fría. (Figuras 74-75)

El observatorio y la sala de máquinas serían los otros dos espacios que formarían el conjunto. Estos lugares estarían equipados para cumplir con su función y serían usados únicamente durante períodos de estancia cortos. (Noordung, 1995: 101-114)

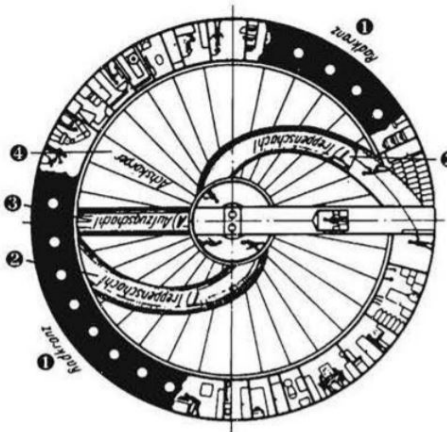


Figura 74: Planta de la Rueda habitable de la estación espacial diseñada por Herman Potocnik, 1928.

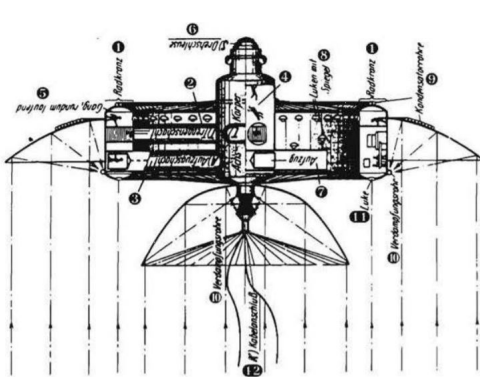


Figura 75: Sección de la Rueda habitable de la estación espacial diseñada por Herman Potocnik, 1928.

2.4 Inicio del desarrollo espacial ruso

"...volamos más allá de la atmósfera...

Ahora somos como la Luna

porque nos hemos convertido en un satélite de la Tierra."

K. E. Tsiolkovsky

Sueños de la Tierra y el Cielo y los efectos de la Gravitación Mundial, 1895.

(ТАСС ИНФОГРАФИКА, 2017)

A principios del siglo xx Rusia contaba con el filósofo Nikolai Fedorov y con sus teorías cósmicas, las cuales fueron una gran referencia para el joven Kostantin Tsiolkovsky, que sería el impulsor del conocimiento cósmico.

Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935), mejor conocido como el Padre de la Cosmonáutica teórica rusa, fue el impulsor de la investigación de la forma de combustión y de movimiento de las naves espaciales (figura 76). Se interesó por la aerodinámica y el estudio de la propulsión de las aeronaves, así como de los futuros viajes espaciales (figura 77). A principios del siglo XX diseñó una nave a retropropulsión, que más tarde serviría como idea y principio básico para la nave que llevó a Yuri Gagarin a través del espacio. Actualmente se conoce de él la ecuación del cohete de Tsiolkovsky (figura 78) así como el ascensor espacial. Sus ideas pudieron ver la luz gracias al artista Yakov Perelman, el cual se hizo cargo de la publicación de gran parte de sus obras, actuando en gran medida como promotor. (CCAchannel, 2020)

Kostantin propuso en el año 1903 el uso de cohetes como medio de transporte y no para un

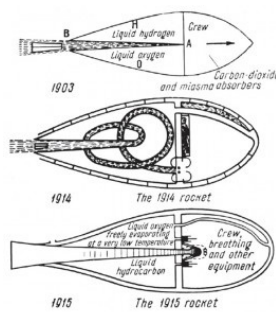


Figura 76: Cohete espacial diseñado para llevar tripulantes, Kostantin Tsiolkovsky, 1903-1915.

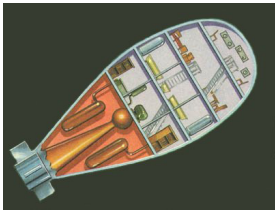


Figura 77: Interior de su diseño tripulado de cohete, Kostantin Tsiolkovsky, 1903-1915.

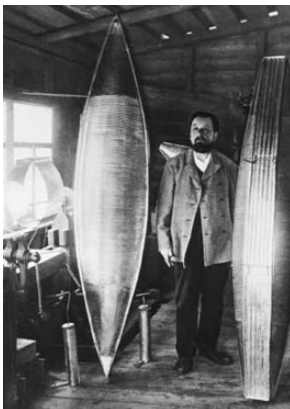


Figura 78: Kostantin Tsiolkovsky junto con sus modelos, 1913.

Figura 79: Debate, Lucha por otros mundos, la verdad sobre enviar a alguien a la Luna en un cohete del profesor Goddard, Octubre, 1924.



Figura 80: Exhibición de modelos espaciales y cohetes. Cohete de Goddard, 1927.



Figura 81: Exhibición de modelos espaciales y cohetes, Nautilus, 1927.



uso militar o como fuegos artificiales. Esta idea no empezaría a verse de forma técnica hasta el año 1933. El auge económico en Rusia dio paso a que se produjesen los desarrollos oportunos sobre el espacio exterior y junto con la creación de la Enciclopedia sobre la teoría cósmica, siendo estos, dos de los grandes avances a nivel teórico y económico, anticiparían lo que vendría en años posteriores con la puesta en órbita de los satélites y cohetes. Estas ideas se vieron reforzadas no solo por aquellos que estudiaban la cosmonáutica sino también gracias a científicos como Albert Einstein y sus nuevos descubrimientos como la teoría de la relatividad (1915). Toda esta sucesión de acontecimientos en poco período de tiempo dio esperanzas a los físicos, ingenieros y arquitectos para comenzar una investigación a gran escala.

Los motivos para acelerar los inicios de esta investigación fueron las noticias que llegaron de los Estados Unidos y la existencia de grandes ingenieros como Percival Lowell, Robert Goddard y Hermann Oberth. Estas prisas eran debido a que se pensaba que los Estados Unidos habían enviado una nave tripulada a la Luna, generándose un debate social sobre esta falsa proeza (figura 79).

En el año 1927 se produce en Moscú la primera exhibición de modelos espaciales y cohetes de la historia (figuras 80-83), siendo esta exposición el punto de partida de la necesidad de empezar a desarrollar el transporte cósmico en la Unión Soviética. Años más tarde, en la época de los cincuenta, se empezará lo que hoy en día conocemos como la carrera espacial, con naves tripuladas a finales de la década y con una lucha soviética y estadounidense por la conquista de la Luna.

Desde el año 1957 hasta 1958 tuvo lugar el Año Geofísico Internacional en el que se llamó a la población mundial a participar de forma conjunta en la exploración de la Tierra, haciendo investigaciones de la atmósfera. Se planearon, como forma de exploración, lanzamientos de cohetes y proyectiles, los cuales serían posteriormente sustituidos por satélites que darían paso a una posible exploración del cosmos.

Este fue uno de los motivos por los que la Unión Soviética y los Estados Unidos decidieron lanzar varios satélites artificiales como respuesta al AGI (Año Geofísico internacional). Por esta razón, en el año 1957 se lanza el satélite Sputnik I que daría



Figura 82: Exhibición de modelos espaciales y cohetes, cohete espacial Valier, 1927.



Figura 83: Exhibición de modelos espaciales y cohetes, ilustraciones, 1927.

comienzo a la carrera espacial. Este lanzamiento provocó una crisis en los Estados Unidos, llamada crisis del Sputnik. Esta no fue únicamente algo puntual, dado que el miedo que generaba la idea de que la Unión Soviética siguiese avanzando en tecnología de cohetes, se decidió en los Estados Unidos aprobar varias leyes, entre las que se incluía en el año 1958 la creación de la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio).

Sería en el año 1961 cuando el primer humano viajase en el interior de una cápsula a manos de la Unión Soviética, el astronauta Yuri Gagarin, haciendo historia y empezando una verdadera rivalidad por la conquista del espacio por medio de las dos potencias del momento los Estados Unidos de América y la Unión Soviética, apostando siempre ambas, por la tecnología más innovadora.



Figura 84: Diagrama de los acontecimientos que involucran a la Unión Soviética y a los Estados Unidos de América.
Fuente propia.

3. Tensión entre la Unión Soviética y los Estados Unidos de América.
Exposiciones de Bruselas, Nueva York y Moscú.

"Estamos en una carrera espacial estratégica con los rusos, y hemos estado perdiendo.

El primer satélite artificial en orbitar la tierra se llamó Sputnik.

La primera criatura viviente en el espacio fue Laika.

El primer cohete a la luna llevaba una bandera roja.

La primera fotografía del lado lejano de la luna fue hecha con una cámara soviética.

Si un hombre orbita la tierra este año su nombre será Iván.

Estos son hechos desagradables que el candidato republicano preferiría que olvidáramos.

El control del espacio se dividirá en la próxima década.

Si los soviéticos controlan el espacio pueden controlar la tierra,

como en siglos pasados la nación que controlaba los mares dominaba los continentes.

Esto no significa que los Estados Unidos deseen más derechos en el espacio

que cualquier otra nación.

Pero no podemos correr en segundo lugar en esta carrera vital. Para asegurar la paz y la libertad,

debemos ser los primeros."

Kennedy, 1960

(Clinton Ezell, Neuman Ezell, 1979: 27-28)

Uno de los motivos por los que esta guerra cósmica comenzó, fue la llegada de noticias desde los Estados Unidos sobre la creación de nuevos cohetes. La nación rival, La Unión Soviética, no podía conseguir esto antes que ellos.

Durante todo el período de avance espacial, las dos potencias mundiales tuvieron momentos de tensión que se vieron agravados por la Guerra Fría. Aun así, en los años sesenta se dieron dos exposiciones, tanto en Estados Unidos y la Unión Soviética, sobre los respectivos países. En este acontecimiento posiblemente se produjo un intercambio de ideas el cual daría como resultado nuevos modelos y prototipos espaciales innovadores, así como nuevas maneras de entender la vivienda en su interior y la forma de vida.

En el año 1958 se firmó un acuerdo bilateral cultural con las dos naciones, que se materializó en dos exposiciones de los respectivos países, una en Nueva York y otra en Moscú. De esta manera se darían a conocer los progresos que se habían realizado desde el fin de la Segunda Guerra Mundial. Es así, como en el año 1959 se llevó a cabo la Exposición Internacional Americana en Moscú.



Figura 85: Debate de Nikita Jrushchov y Richard Nixon sobre la cocina, expo Moscú sobre la vida en Estados Unidos, 1959.



Figura 86: *Glimpses of the USA*, Eames, expo Moscú sobre las ciudad estadounidenses, 1959.



Figura 87: Modelos de aeronaves soviéticas, expo Nueva York, 1959.



Figura 88: Ejemplo de supermercado, expo Moscú, 1959.

Uno de los debates más conocidos de esta exposición fue sobre la cocina ideal con los dos líderes de las dos naciones, Nikita Jrushchov y el vicepresidente Richard Nixon al frente del debate (figura 85). Estas dos naciones, centraron cada una de sus respectivas exposiciones en mostrar de forma no política cuáles eran sus avances más importantes y explicar a la nación contraria por qué en su país la vida era mejor. Una de las imágenes más conocidas (figura 86) trataba de mostrar a los soviéticos en siete pantallas gigantes que la vida americana estaba por delante de la vida soviética. Los americanos, centraron su exposición en la vida del día a día, mientras que los soviéticos, en la exposición celebrada en Nueva York, se centraron en los diferentes avances científicos y tecnológicos. Entre estos progresos se encontraban los diferentes avances en el tema espacial. (Yegorov, 2019)

Por este motivo, en la exposición soviética de Nueva York se decidieron exponer todos los satélites que se habían desarrollado en la URSS (figura 87). Esta imagen contrasta con el ejemplo del día a día que quisieron exponer los americanos (figura 88).

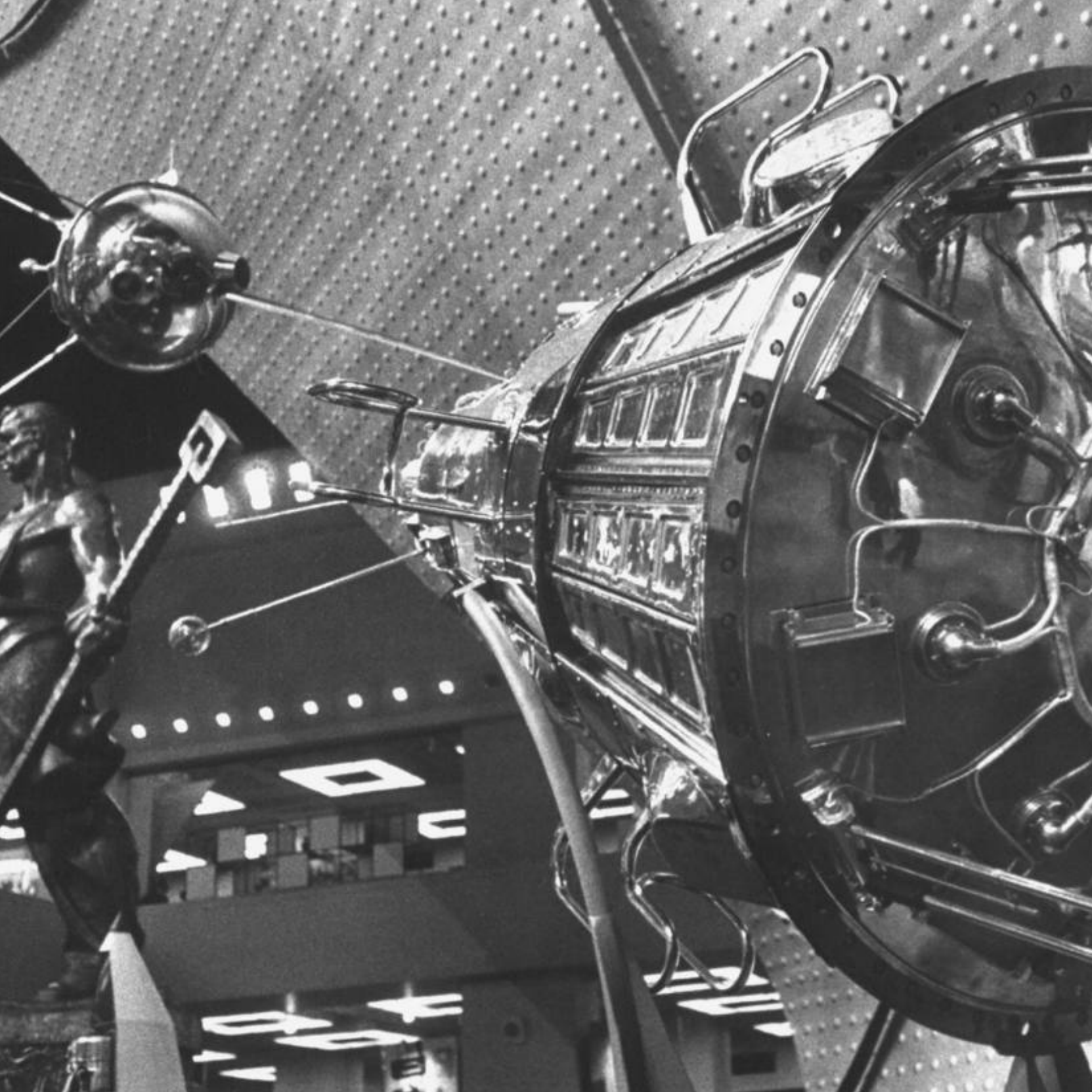


Figura 90:
Exposición de
Bruselas, explicación
de la importancia
del Sol en la energía
que necesita el
Sputnik, pabellón
soviético, 1958.



Figura 91: Exposición
de Bruselas con
figura de Lenin
y maquetas de
aeronaves, pabellón
soviético, 1958.



Figura 92:
Exposición de
Bruselas, pabellón
soviético, 1958.

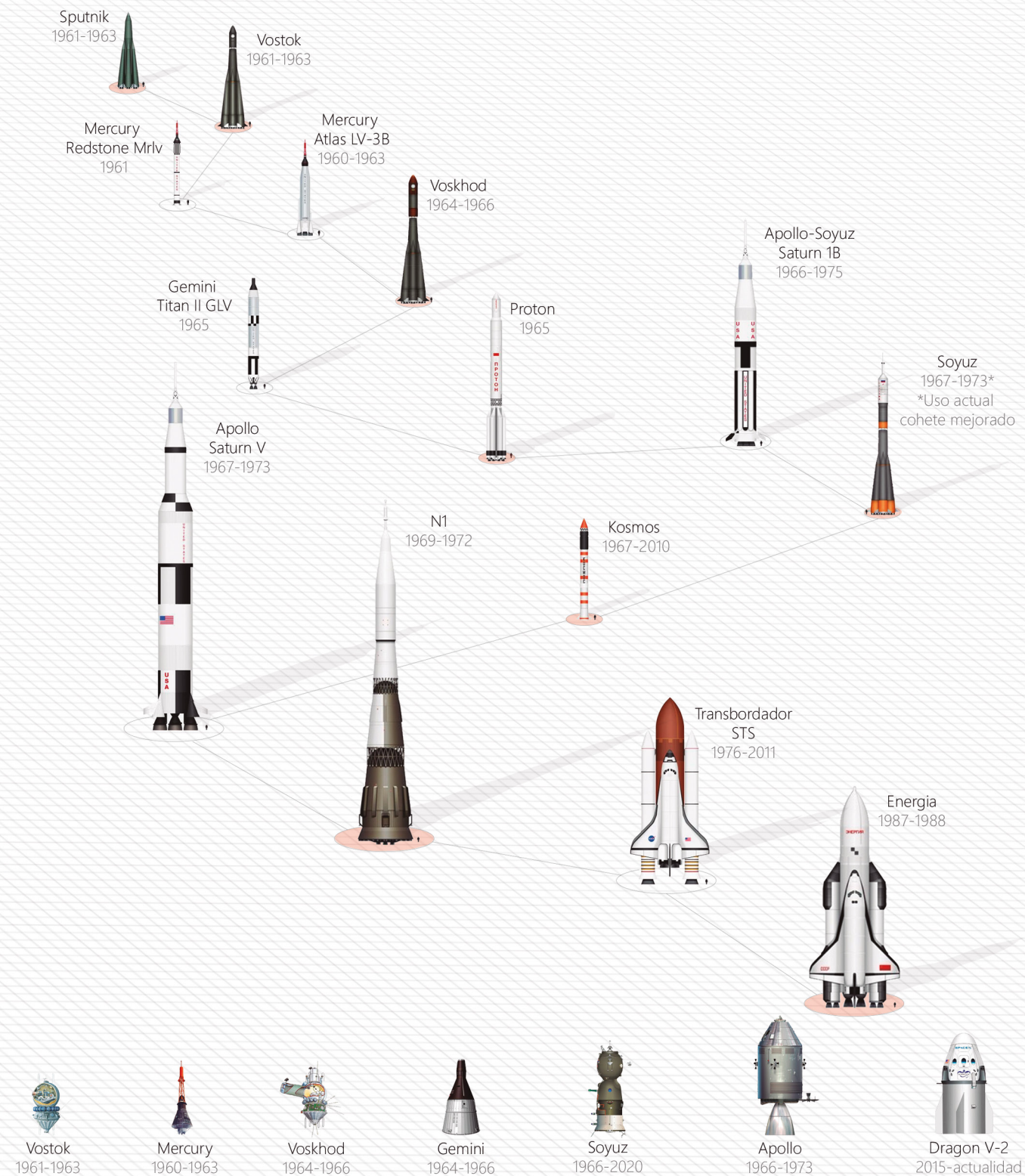


Figura 89: Sputnik III, expo Nueva York, 1959.

Cabe destacar que en el año 1958 la exposición que tuvo lugar en Bruselas (figuras 90-92) fue un pequeño antecedente a las exposiciones que se darían un año más tarde en los respectivos países tras el acuerdo bilateral. El tema principal de la Exposición fue *El hombre y el Progreso*. Ambas naciones intentarían convencer al mundo de cuál contaba con la mejor calidad de vida y los avances más novedosos en la tecnología dedicada al ámbito aeroespacial.

El tema estadounidense para la exposición fue *Asuntos Pendientes* en el que se exponían temas sobre la segregación social, teniendo menos presencia en el ámbito científico el cual aprovechó la Unión Soviética. Por este motivo los rusos decidieron ir a la Expo con diferentes modelos de aeronaves, entre los que destacaban los recientes Sputnik, los cuales también serían expuestos en Nueva York un año más tarde. (Siegelbaum, 2012)

Estas exhibiciones fueron un medio no únicamente de enfrentamiento y divulgación, sino de intercambio de ideas de forma indirecta que impulsó a las dos naciones a poner el cosmos como tema primordial del Estado para el progreso.



4. Estudio de las naves espaciales

"El genio del hombre, penetrando en las profundidades del universo,
podrá encontrar caminos de paz duradera
y asegurar la prosperidad de todos los pueblos de nuestro planeta Tierra que,
en la era espacial, aunque no parezca tan grande,
sigue siendo muy querido por todos sus habitantes.

Si nuestros países unieran sus esfuerzos

-científicos, técnicos y materiales-

para dominar el universo, ello sería muy beneficioso para el avance de la ciencia

y sería aclamado alegremente por todos los pueblos que quisieran que

los logros científicos beneficiaran al hombre y no se utilizaran para los fines de la

"guerra fría" y la carrera armamentista"

Nikita Jrushchov

(Nikita Sergeyevich Khrushchev to John F. Kennedy 1962, 1963)

Figura 93: Diagrama de las cápsulas espaciales que se van a estudiar junto con la SpaceX Dragon lanzada en 2020. Esquema con los cohetes espaciales utilizados para albergar las cápsulas mencionadas, en rojo se marcan los de origen soviético. Diagrama propio.

Es en los años cincuenta, el momento en el que comienza la evolución tanto de la Unión Soviética como de los Estados Unidos para construir los prototipos de las futuras naves espaciales y cápsulas que llevarán al ser humano a lo gran desconocido en aquel momento, el espacio exterior, no tanto por información, debido a que el estudio del cielo ha sido un tema de investigación desde el principio de la civilización, sino porque nadie hasta el momento había salido de la atmósfera terrestre. Para esta revolución de lo espacial se necesitaba la colaboración de grandes ingenieros entre los que destacó Sergei Korolev como diseñador jefe soviético que, junto con la arquitecta Galina Balashova, realizaron la carrera espacial soviética. Por otro lado, en plena Guerra Fría y sabiendo que las dos superpotencias mundiales se enfrentaban por la conquista del espacio, Wernher von Braun, ingeniero alemán y Maxime Faget, ingeniero estadounidense, dirigirían la carrera espacial y el diseño de las naves del lado americano.

En este apartado, se llevará a cabo un estudio de las diferentes cápsulas soviéticas utilizadas durante la carrera espacial y la composición de estas. Se hará un análisis comparativo con los diseños llevados a cabo por los estadounidenses, como consecuencia de que temporalmente, las dos naciones iban casi a la par en sus diseños. Los casos de investigación serán la primera cápsula Vostok, diseñada para un solo tripulante, seguida de la cápsula Voskhod, diseñada para dos o tres tripulantes y, por último, la cápsula Soyuz, empleada en los años setenta. La cápsula lunar empleada por la Unión Soviética también será explicada y analizada.

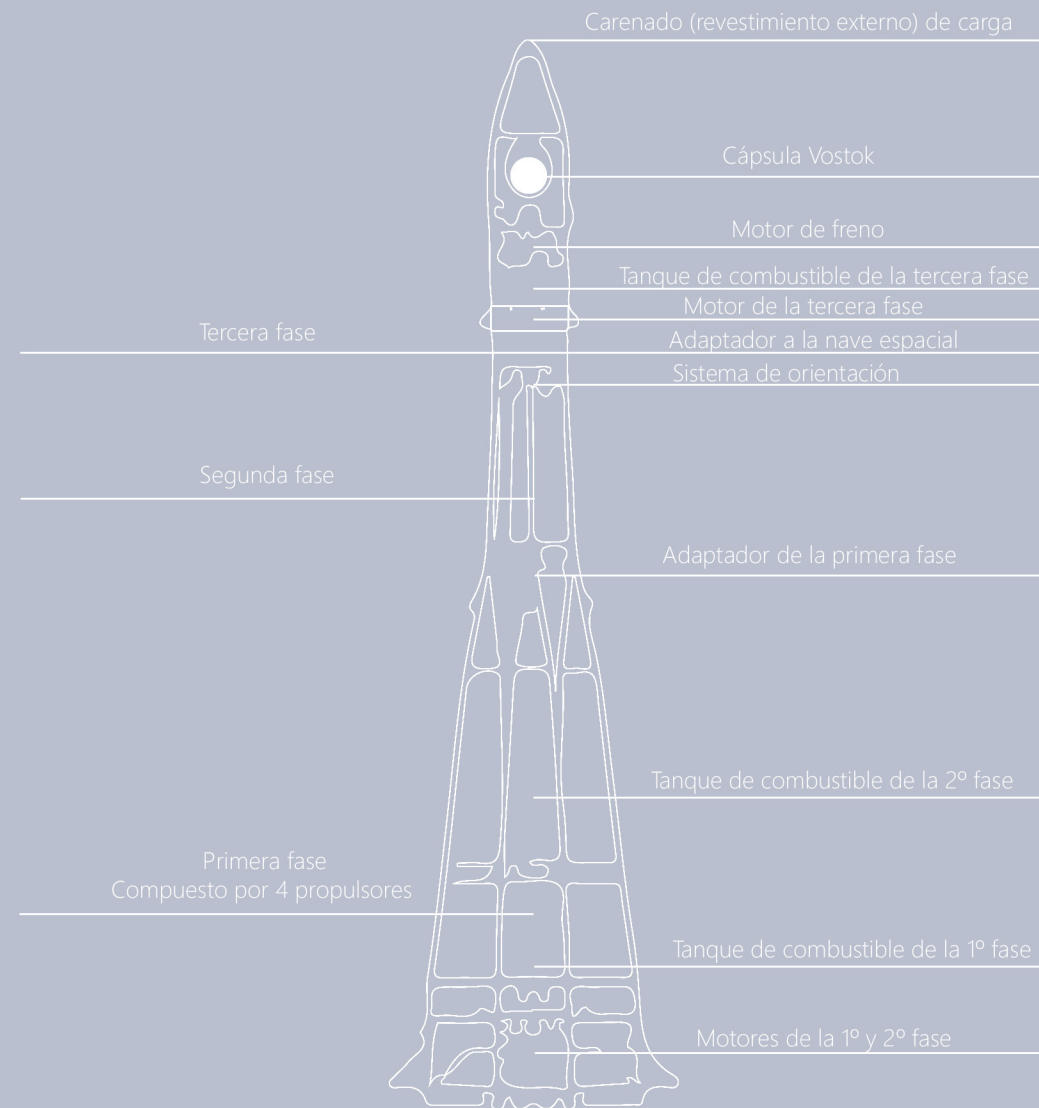
Antes de comenzar con el estudio interior de las naves, la NASA da una serie de recomendaciones a la hora del diseño de un módulo espacial, que se podría aplicar a este tipo de cápsulas ya sean rusas o estadounidenses. Según se explica, los cuatro factores básicos que afectan al volumen de un módulo habitable son:

La **duración** de la misión, **factores visuales**, **envoltura** física del cuerpo y los factores **sociales**. (Johnson-Throop, 2018)

De esta manera, la duración de las misiones era un factor importante a la hora de elegir el espacio donde los astronautas debían permanecer por un tiempo determinado, siendo este el motivo por el cual las cápsulas empezarían a variar y a mejorar los espacios interiores en función del incremento de tiempo.

Uno de los factores importantes, como se ha comentado anteriormente, es la elección del color y de la luz según el espacio que se vaya a diseñar, debido a que puede afectar a la amplitud que una persona puede percibir. Varios estudios afirman que la temperatura puede ser influenciada por el color y la textura del material que se utiliza en un espacio interior, por este motivo este factor formará parte de una decisión meditada y conjuntamente decidida para poder proyectar los espacios de la mejor manera posible. Es decir, el tono de color que se decida y la textura jugarán un papel clave en la percepción del interior. Para el calor, se usará un rango de color cálido, tonos rojos, amarillos, rosas y marrones, y superficies con texturas. Mientras que, para colores frío, se optará por tonos verdes, violetas y azules con superficies pulidas. Una de las soluciones que se dieron para la reducción del estrés fueron los cuadros o los revestimientos de paneles con temas naturales que ayudaron a eliminar la sensación de agobio que se puede tener en un espacio reducido y aislado. (Johnson-Throop, 2018)

Es necesario aclarar que, el camino hacia una decisión a la hora de elegir las naves y las formas de propulsión en la Unión Soviética fue bastante convulso. Este sería uno de los motivos por los que se retrasaron a la hora de hacer un diseño definitivo. Estas diferencias fueron protagonizadas por dos de los tres ingenieros jefes de la Agencia espacial rusa, V. Glushko y S. Korolev. En esta parte del trabajo, en que se realiza la investigación sobre el interior de las cápsulas resaltando la importancia de la arquitectura interior, se intentará retomar la idea de la cabina propuesta por el arquitecto Gueorgui Krútkov como espacio de vida, descartando así, la idea de su uso como medio de transporte. Se realizará un estudio ergonómico de la nave, las diferentes actividades que se podían realizar en su interior, el uso de materiales y el color.



4.1 Orígenes. Desarrollo de la cápsula espacial para un tripulante, la Vostok

"En mi opinión, el efecto de la ingravidez no influye en el estado normal del organismo ni en las funciones fisiológicas del organismo humano.

Durante el vuelo, comí y bebí agua, manteniendo un continuo contacto por radio con la Tierra a través de varios canales, así como por teléfono y telégrafo. Observé los alrededores, seguí el funcionamiento de las instalaciones a bordo de la nave espacial, informé a la Tierra y registré las observaciones y otros datos en mi cuaderno de bitácora y en una grabadora. Mi estado de ánimo durante todo el período de ingravidez fue magnífico."

Yuri Gagarin, 1961

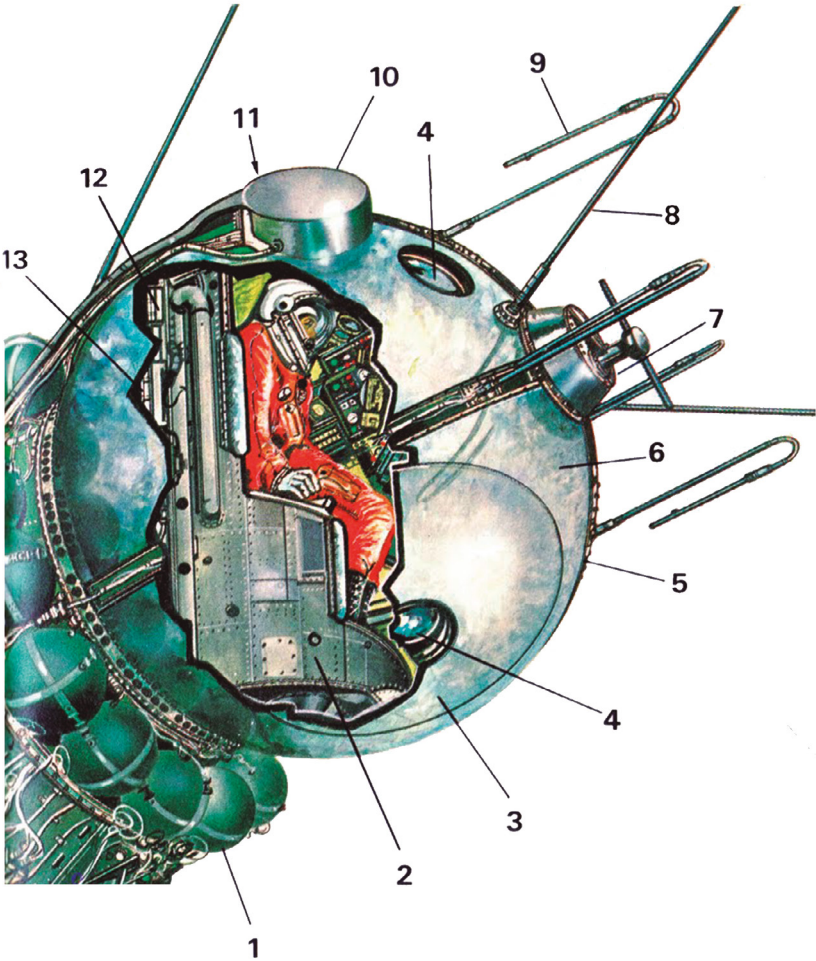
(The Atlantic, 2011)

El cohete Vostok tenía como misión la puesta en órbita de Yuri Gagarin en el interior de la cápsula, realizando una órbita a la Tierra de forma segura. Esta cápsula llevó a bordo a la primera persona en estar en el espacio exterior en un tiempo de vuelo de 108 minutos sobre la órbita terrestre. El diseño interior viene como herencia del anterior satélite Zenit. A medida que se fueron desarrollando las diferentes Vostok a lo largo de los meses, el tiempo de estancia en el interior se fue incrementando, llegando la Vostok 6 a permanecer un tiempo de tres días en órbita. (Dunbar, 2011)

La cápsula, no tenía la posibilidad de usarse manualmente, sino que se dirigía desde el control de misiones situado en la Tierra, siendo esta una de las grandes diferencias con la cápsula estadounidense Mercury.

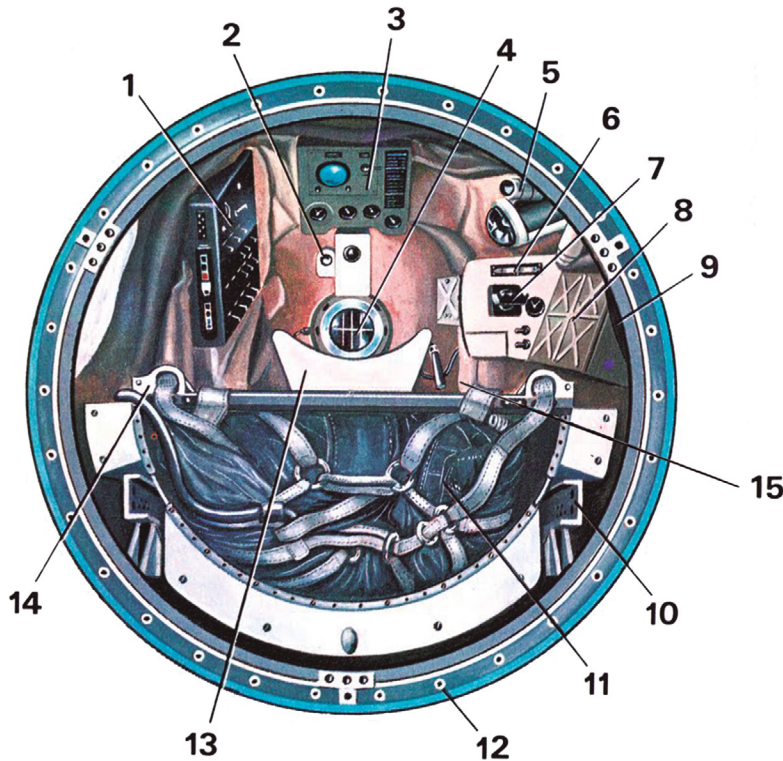
Figura 94: Ubicación de la cápsula Vostok. Fuente propia.

Figura 95: Diagrama de la cápsula Vostok. Traducción propia.



- (Figura 95)
- 1. Reserva de oxígeno y nitrógeno.
 - 2. Silla de eyección del astronauta.
 - 3. Escotilla de inspección del equipo.
 - 4. Cápsula de puerto con escudo térmico ablativo.
 - 5. Bandas con sensores de sujeción de la cápsula de reentrada.
 - 6. Cápsula esférica de reentrada con escudo térmico ablativo.
 - 7. Paquete electrónico.
 - 8. Antenas.
 - 9. Antenas de control.
 - 10. Conector múltiple.
 - 11. Escotilla del asiento de eyección.
 - 12. Railes del asiento de eyección.
 - 13. Motores del asiento de eyección.

Figura 96: Diagrama interior de la cápsula Vostok. Traducción propia.



- (Figura 96)
- 1. Panel de control.
 - 2. Cámara de televisión.
 - 3. Panel de instrumentos con globo terráqueo giratorio.
 - 4. Dispositivo de orientación óptica Vzor.
 - 5. Espejo.
 - 6. Radio.
 - 7. Control manual (desactivado en la Vostok 1).
 - 8. Reserva de comida.
 - 9. Conector múltiple.
 - 10. Rail del asiento de extracción.
 - 11. Asiento drogue y paracaídas.
 - 12. Enchufes enroscados para la tapa de la escotilla.
 - 13. Reposacabezas del asiento de eyección.
 - 14. Anclaje para el paracaídas.
 - 15. Sistema de baño.

A primera vista, es una cápsula que no incita a la realización de un conjunto amplio de actividades en su interior. La actividad, en muchas ocasiones, se podía traducir únicamente al movimiento del brazo del astronauta para alcanzar los diferentes paneles de control, pero si analizamos este espacio interior de forma autónoma, sin el contexto en el que se utilizó, se convierte en un lugar que da solución a un tipo de dimensiones mínimas. El uso de la esfera otorga grandes posibilidades gracias a que no existen cantos en el interior. Por medio de la ergonomía de una persona rusa de la época, se va a analizar el espacio interior, así como los materiales y el color, y cómo estos pudieron afectar la cápsula. Se decide tener en cuenta la ergonomía rusa debido a que en la época en la que están situados los diseños de las cápsulas, el conjunto de ciudadanos soviéticos contaba con una media de altura de menos de 1,70 metros para los hombres y de unos 1,60 metros para las mujeres. (Martínez-Carrión, 2012: 5) (The Globalist, 2017). Este condicionante a favor, la altura, será usado en el diseño de las cápsulas soviéticas, no siempre acertadas en cuanto a la ergonomía, pero con posibilidades casi infinitas de establecer más usos en su interior.

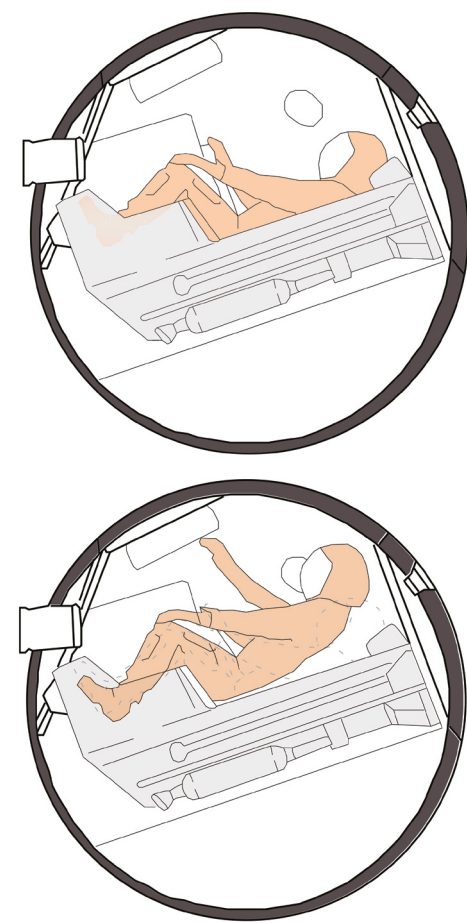


Figura 97: Diferencia entre posición de descanso y movimiento del astronauta en la cápsula Vostok. Fuente propia.

4.1.1 Ergonomía

La cápsula Vostok se puede considerar como el origen del hábitat espacial. El interior estaba pensado para un solo tripulante en sus orígenes, en el que únicamente se le provisionaba al cosmonauta con comida, bebida, televisión y radio para que pudiese ponerse en contacto con el control en Tierra. Estas cápsulas contaban con dos ventanas, una en los pies y otra en la parte superior de la cabeza del piloto las cuales estaban pensadas para el correcto funcionamiento de la orientación de la cápsula.

La Vostok se trata de una forma básica redonda con una silla en la que estaría el astronauta con el traje espacial y a su alrededor se encontraban los controles. Era un área diseñada para cumplir una única misión, por consiguiente, el interior sería un espacio bastante básico.

Analizando la cápsula se observa cómo, ya desde un principio, los soviéticos buscaban una posición del astronauta en su interior que no correspondía con un ángulo de 180 grados, es decir una posición tumbada, ni un ángulo de 90 grados, una posición sentada. Por este motivo, la posición en la silla de eyección será un híbrido entre las dos. La razón por la que esta postura se eligió y finalmente se aprobó, fue la necesidad de una salida directa de la silla de eyección una vez atravesase la atmósfera terrestre en la reentrada, facilitando así el escape directo del astronauta.

La ubicación de los diferentes paneles de control para el correcto funcionamiento de la cápsula se encontraba a una distancia óptima para el astronauta pudiendo ser alcanzados desde su silla. Por este motivo, la necesidad de desplazarse para hacer uso de estos sistemas no fue necesario (figura 97). Aun así, el espacio para una persona durante un tiempo corto sería suficiente, algo que cambiaría cuando llegase la evolución de esta cápsula, la Voskhod.

Los instrumentos de control se sitúan en una posición alrededor de la cápsula, es decir, rodeando al astronauta. Muchos de estos instrumentos no fueron pensados como objetos que tuviesen que ser integrados en el interior de la cápsula debido a la variabilidad que podía sufrir el interior. Por esta razón, la gran mayoría no forman un conjunto unido, sino que sobresalen, como si la posición de estos se hubiese pensado en el último momento. Aquellos espacios que sí están incorporados correctamente al interior corresponden a aquellos que debían dar solución a las necesidades vitales del astronauta. En virtud del incremento de tiempo en las misiones posteriores, la posición de los instrumentos se vio ampliada y modificada, tratando de dar así, una mejor solución al espacio.

En la siguiente imagen (figura 98), se han buscado diferentes posiciones que una persona podía tener en el interior de la cápsula teniendo en cuenta las dimensiones de esta. En virtud de la baja estatura del primer astronauta que hizo uso de ella, Yuri Gagarin con 1,57 metros, las posiciones que se pueden obtener en el interior son variadas, dando la posibilidad de un amplio margen de movimiento del individuo en su interior, ya sea en su posición en la silla de eyección o en las diferentes variantes aquí propuestas. La cabina daba la posibilidad de ser usada por un solo cosmonauta a modo de espacio de descanso por medio de una red en forma de mosquitera o saco de dormir.

Al ser la cápsula redonda, las posibilidades de habitabilidad se duplican, a consecuencia de que no encontramos cantos que dificulten la posición de dispositivos o muebles integrados, permitiendo variar su interior con mayor facilidad según las necesidades de la misión. El círculo, forma que concebían como pura ya durante la escuela de Vkhutemas, sería utilizada de forma recurrente para proyectar estos espacios. De esta manera, lo único que condicionaba al lugar no era la forma, sino la disposición de los diferentes instrumentos que debían responder al conjunto y a la funcionalidad. Dichos instrumentos, podrían haber tomado diferentes ubicaciones, respondiendo, quizás de forma menos acertada, a la función y comodidad del astronauta.

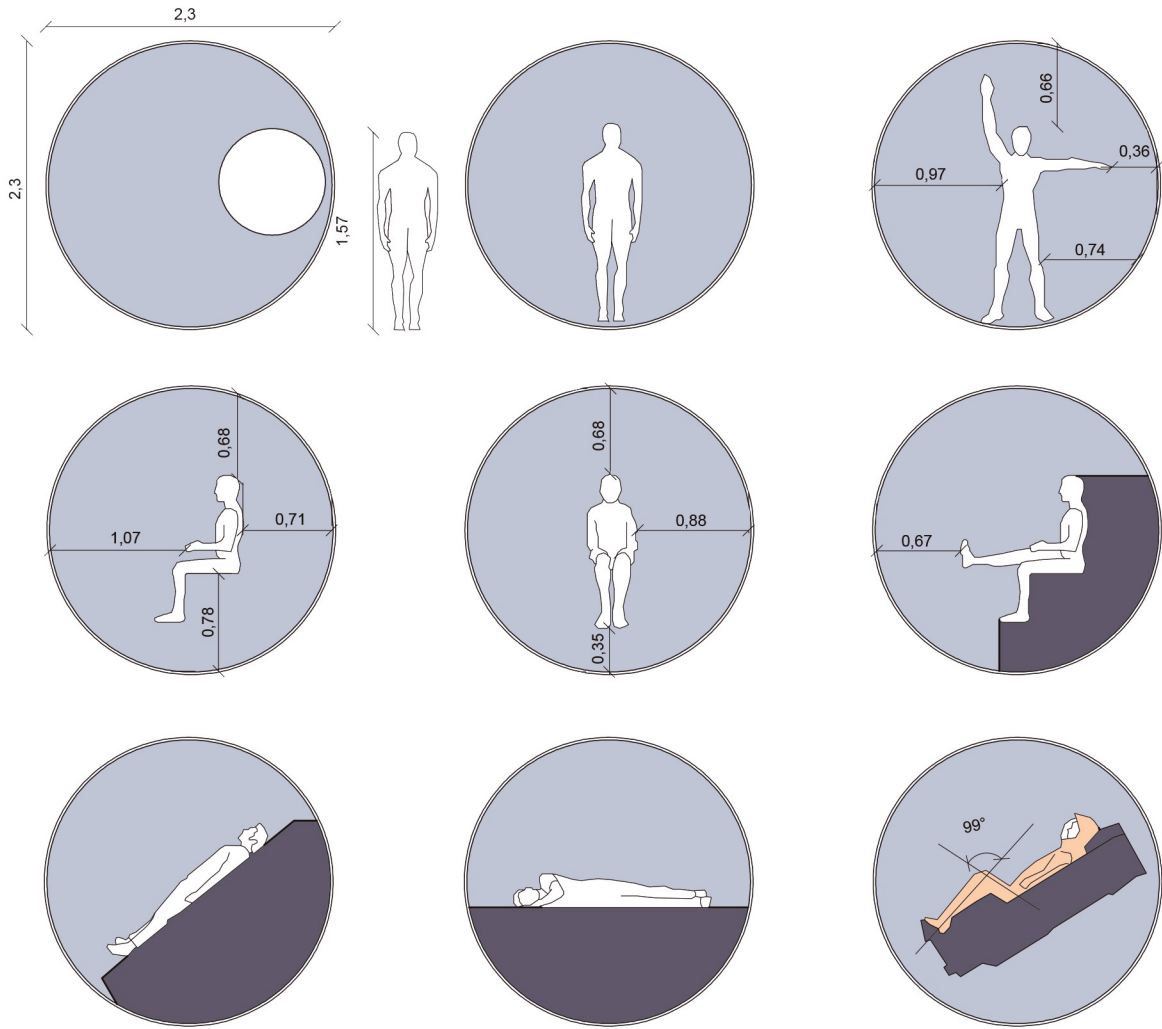


Figura 98: Diferentes posibilidades de la posición en el interior. Medidas ergonómicas según la variabilidad de posiciones dentro de las cápsulas Vostok. Medidas en Metros. Fuente propia.

4.1.1 Actividades

Las actividades que se debían realizar en su interior eran, en su mayoría, test e investigaciones de cómo actuaba el cuerpo humano en un espacio ingrávito. Por lo tanto, para estas funciones, se necesitaban únicamente en el interior de la cápsula objetos que cubrieran las necesidades básicas. El espacio contaba con un soporte de baño para el astronauta, un espacio dedicado al almacenaje de comida y una pequeña manguera que distribuía el agua fría potable para uso personal. Estos servicios y los controles se encuentran en la zona tanto superior como en los laterales por lo que la comodidad del astronauta, a la hora de poder hacer uso de ellos, es bastante sencilla. Esta ventaja hacía posible hacer un uso de estos sistemas desde el asiento sin necesidad de desplazarse. La silla se convertía de esta manera, en el único espacio dedicado a las actividades (figura 99).

Como se puede observar, los soviéticos no pensaron en un interior que fuese especialmente atractivo a la vista, ni mucho menos técnico, debido a que el control de la cápsula se encontraba en la Tierra. Aun así, tuvieron en cuenta las actividades básicas de una persona a la hora de proyectar el diseño, como son el sistema de baño o la despensa para la comida, priorizando así las actividades vitales a las técnicas.

A la hora de entender el diseño referido a las actividades, como se ha comentado en este tema, se observa que el mobiliario no se encuentra completamente integrado en la cápsula. Los instrumentos no ocupan un espacio fijo dentro de esta esfera. Esto lo convierte en un lugar flexible para la realización de actividades variadas contrastando con la ubicación de los espacios vitales que forman un conjunto cerrado en el interior sin apenas modificación.

Según irían avanzando el diseño de las Vostok, la organización interior sería la misma, pero se le irían añadiendo diferentes instrumentos que formarían el espacio y lo completarían según las necesidades y las actividades previstas.



Figura 99: Silla de eyección de Yuri Gagarin utilizada en el interior de la cápsula Vostok.



Figura 100: Interior de la cápsula Vostok 1, 1961.

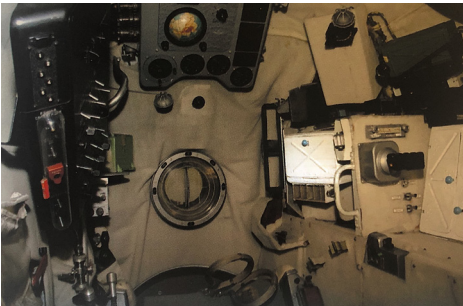


Figura 101: Interior de la cápsula Vostok 6, 1963.

Se observa en las imágenes siguientes que los muebles no están integrados en el espacio interior (figuras 100-101).

En estas primeras cápsulas se entendía el lugar dedicado a la comida, la higiene y el trabajo como un gran espacio abierto polifacético y diáfano, sin hacer una compartimentación en función de las actividades y usos.

4.1.1 Materiales

El material exterior estaba compuesto por un componente ablativo. Un material ablativo es aquel que funciona como escudo térmico y protege a la cápsula durante la reentrada a consecuencia de que se ve sometida a altas temperaturas. Estos podían ser aleaciones de aluminio anodizado, aleaciones de titanio o vidrios de sílice fundido. (Dunn, 2016: 501)

Por este motivo y, en resumen, los materiales de estas primeras cápsulas al igual que el diseño interior, cumplían funciones básicas, siendo este el motivo por el cual el exterior sí estaba compuesto por sistemas de protección térmica, contrastando

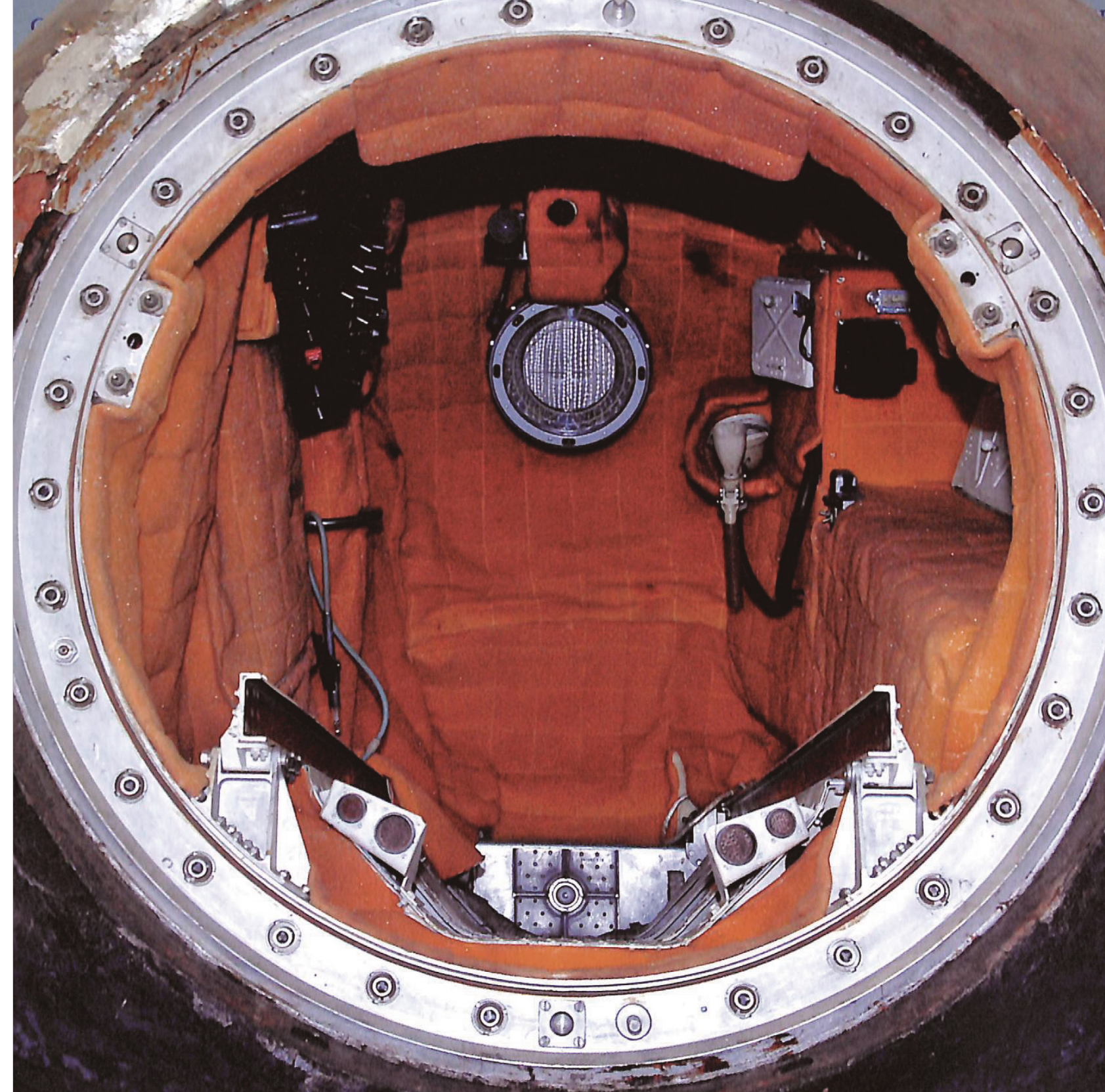
con un interior forrado únicamente con un textil de un único color alrededor de toda la cápsula. Los instrumentos estaban compuestos por materiales plásticos y la silla por metálicos, priorizando en el uso de materiales la importancia que tenían los diferentes objetos según la función.

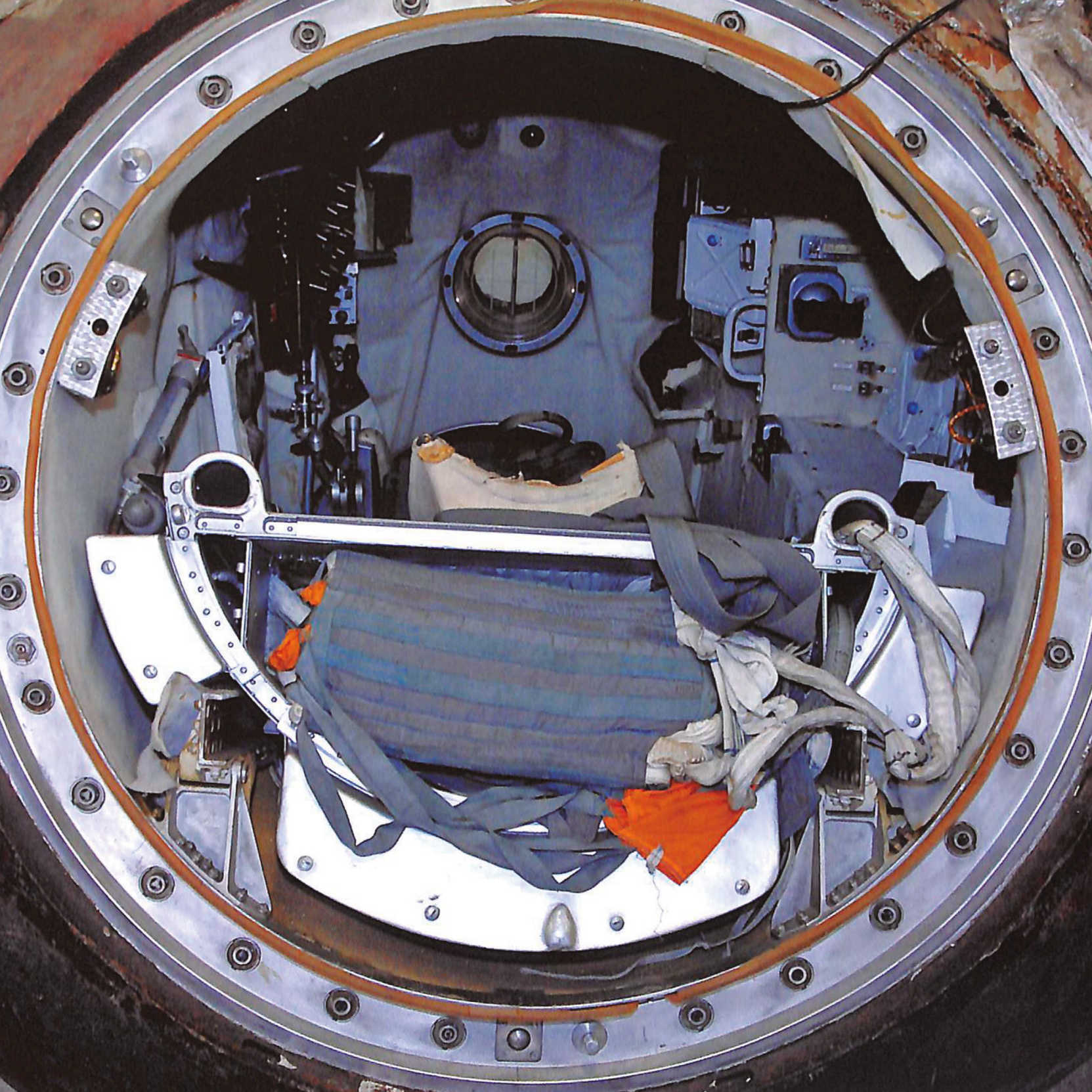
4.1.1 Colores

Los colores, de la misma manera que los materiales, en estas primeras naves no son tan relevantes en el interior, en virtud de que sólo se pensaba como un lugar de tránsito en el que la tripulación no iba a estar durante períodos largos. Debido a esto, en los inicios el papel que tenía el color no fue esencial para el desarrollo, así como tampoco se vio necesaria dar una mayor importancia a la luz artificial en la cápsula. Igualmente, si se analizan las dos cabinas que tenemos, la Vostok 1 y la Vostok 6 se aprecia un cambio de tono en el interior de forma casi radical (figuras 102-103). Estos colores podían influir de forma notable en la presión de la sangre, músculos o nervios. Aun así, esta sensación será subjetiva dado que cada persona percibe el color de forma diferente. El matiz naranja de la cápsula Vostok 1 se identifica como un tono caliente y estimulante para el astronauta, y su uso se debe quizás al desconocimiento de lo que podía suponer la ingravidez en el cuerpo humano, de esta manera se aseguraban de que el cosmonauta estuviese despierto y activo para poder llevar a cabo todos los experimentos pensados.

Mientras la Vostok 6 utilizada por Valentina Tereshkova es completamente azul, un color frío que intenta transmitir tranquilidad. La duración de la misión llevada a cabo en el interior de esta cápsula influyó a la elección de este tono. Esta duró tres días, tiempo superior a los 108 minutos de la Vostok 1 de Yuri Gagarin. Se aseguraban al elegir este matiz que, en la misión, Valentina permaneciese calmada en vista de que se debían realizar una gran cantidad de experimentos necesarios para el avance de la ingeniería soviética.

Figura 102: Interior de la cápsula Vostok 1.





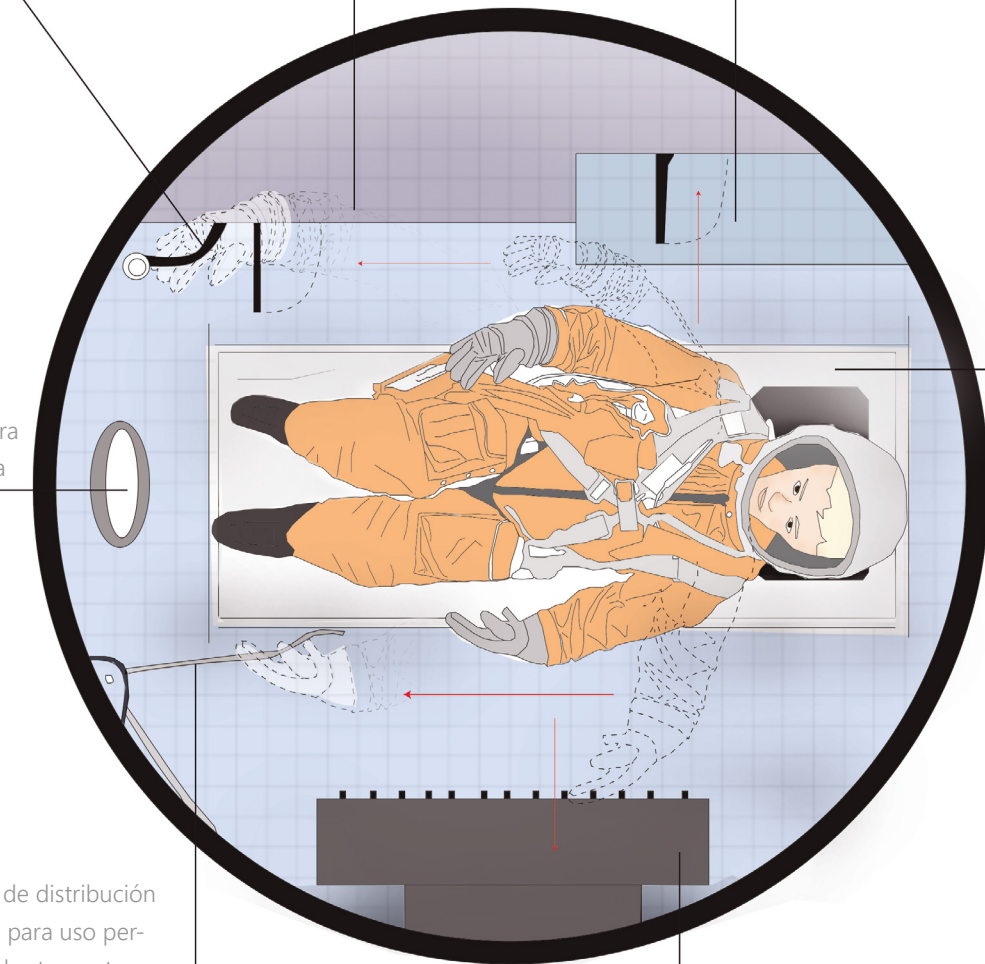
Sistema de baño
utilizado en la cápsula
Vostok situado en la
parte inferior de la silla

Conexión con la Tierra
mediante radio y telé-
grafo. Gracias a estos
sistemas se puede
documentar el viaje

Almacenaje de comida
para su uso durante el
vuelo espacial

Dispositivo de
orientación que
además serviría
como vent-
ana para poder
visualizar la Tierra
desde la cápsula

Sistema de distribución
de agua para uso per-
sonal del astronauta



Silla de eyección del
astronauta con pa-
racaídas para su uso
en la reentrada

Panel de control al
alcance desde la silla
del astronauta

Figura 103: Interior de la cápsula Vostok 6. Página 96.

Figura 104: Interior ergonomía de la cápsula Vostok. Fuente propia

A continuación, se va a hacer un análisis de las cápsulas que se estaban usando en el momento del lanzamiento de la cápsula Vostok en los Estados Unidos. Ambas, la soviética y la americana tenían como única misión la puesta en órbita de una persona y el estudio de cómo se comportaba el ser humano en un espacio ingravido. Por lo tanto, el diseño sería muy parecido en cuanto a la respuesta de las necesidades vitales. Las soluciones que se dieron a algunos espacios, como el sistema de baño o la despensa para la comida, fueron diferentes a la propuesta soviética. Esto se vio fomentado quizás, a la forma diferente de pensar que tenían las dos naciones. Mientras que en la nave soviética obteníamos un resultado de espacio interior quizás más confortable a nivel de estancia o visual, la estadounidense lo compensaría con un diseño mucho más avanzando en tecnología.

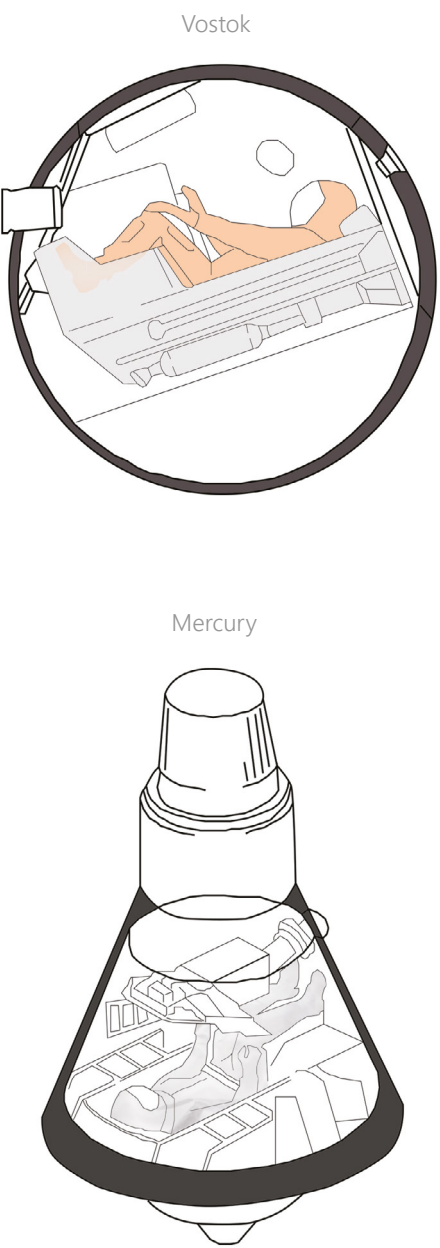


Figura 105: Diferencia entre las cápsulas Vostok y Mercury. Fuente propia.

4.1.2 Comparativa con la Mercury de los Estados Unidos de América

La cápsula Mercury se estuvo desarrollando en los Estados Unidos en este mismo período de tiempo. Este programa era la competencia estadounidense con respecto a la iniciativa soviética de poner en órbita a una persona. La cápsula en este inicio de la carrera espacial solo estaba hecha para albergar a un individuo, de manera que únicamente estaba compuesta, como en el caso de la soviética, de un asiento para el tripulante, del volumen de la cápsula y de los controles. La duración de la primera Mercury, la Freedom 7, fue de apenas quince minutos. Pero, al igual que la Vostok, el tiempo de las misiones se fue incrementando, obligando al equipo de ingenieros a plantear una mejora del interior, haciendo posible su uso durante una duración mayor. Aun así, las cápsulas del programa Mercury, estuvieron un tiempo máximo de un día en órbita, por lo que se mantendría el diseño inicial en todas las misiones. (Dunbar, 2006)

El diseño de la Mercury estuvo a manos del ingeniero conocido como Maxime Faget (1921-2004) el cual contribuyó de forma permanente en los diseños de las cápsulas espaciales, exceptuando la cápsula Gemini. Una de las innovaciones que incluyó fue una torre de escape, que posteriormente sería copiada por los soviéticos y que ayudó a un rescate en el año 1968 debido a un incendio en una de sus cápsulas. (Allen, 2015)

Ambas naciones coincidieron en que sus intereses principales a la hora de crear estos lugares eran la puesta en órbita, el estudio del comportamiento humano en un viaje espacial y el regreso de la tripulación a Tierra de forma segura. Por este motivo, el resultado de su interior, austero en cuanto a la comodidad, se debía a la función que tenía.

La diferencia que tienen ambas cápsulas es la forma en la que el astronauta estaba sentado y la facilidad con la que se podían llevar a cabo las diferentes operaciones desde su asiento. Otra de las diferencias es que la americana no tenía un sistema de baño, sino que utilizaba un método de acumulación de orina que era depositado en un espacio destinado a este uso en el interior de la cápsula. (Smithsonian National Air and Space Museum, b)

La dimensión era de 2 metros de largo, 1,9 metros de diámetro y una torre de escape de 5,8 metros. El uso de una torre de escape que veríamos en la Mercury, no se vio incluida en la cápsula soviética Vostok. La posibilidad de un cambio de uso, una variación interior o el aumento de la tripulación no podría hacerse debido al tamaño reducido con la que fue pensada, mientras que la Vostok sí que podía dar solución al problema de enviar a dos personas usando un mismo diseño de cápsula.

La silla se construyó para que sirviese de forma individual a cada astronauta con el traje espacial, por este motivo, según las indicaciones, el astronauta no podía medir más de 1,80 metros. (Paone, 2017).

La gran diferencia es la forma de la cápsula, los soviéticos eran fieles al uso de formas esféricas mientras que Estados Unidos optó por una forma en cono (figura 106). Esta estructura de cono tenía varias desventajas, en primer lugar, la limitación del espacio interior, dado que se veía reducido. Por otro lado, hacía imposible ordenar la nave en su interior para poder albergar más tripulación, nuevos dispositivos y herramientas de trabajo. El interior de la cápsula estadounidense era más sofisticado a nivel técnico y los aparatos se encontraban integrados en la cabina formando un conjunto en el interior. Aun así, el color gris que se utilizó y los materiales que se emplearon, hacían que el interior se viese menos confortable y más frío a la hora de permanecer durante un tiempo prolongado en él. Para la supervivencia era necesario comer, por este motivo, ambas contaron con un espacio destinado a ser usado como despensa de alimentos.

La comida estaba envasada en tubos de aluminio en forma de pasta muy parecidos a los usados

también por los soviéticos. John Gleen, astronauta estadounidense a mando de la nave Frienship 7, comió por primera vez en ingravidez. De esta manera se descubrió que una persona puede realizar la ingestión y absorción de nutrientes en el espacio exterior. (Smithsonian National Air and Space Museum, a).

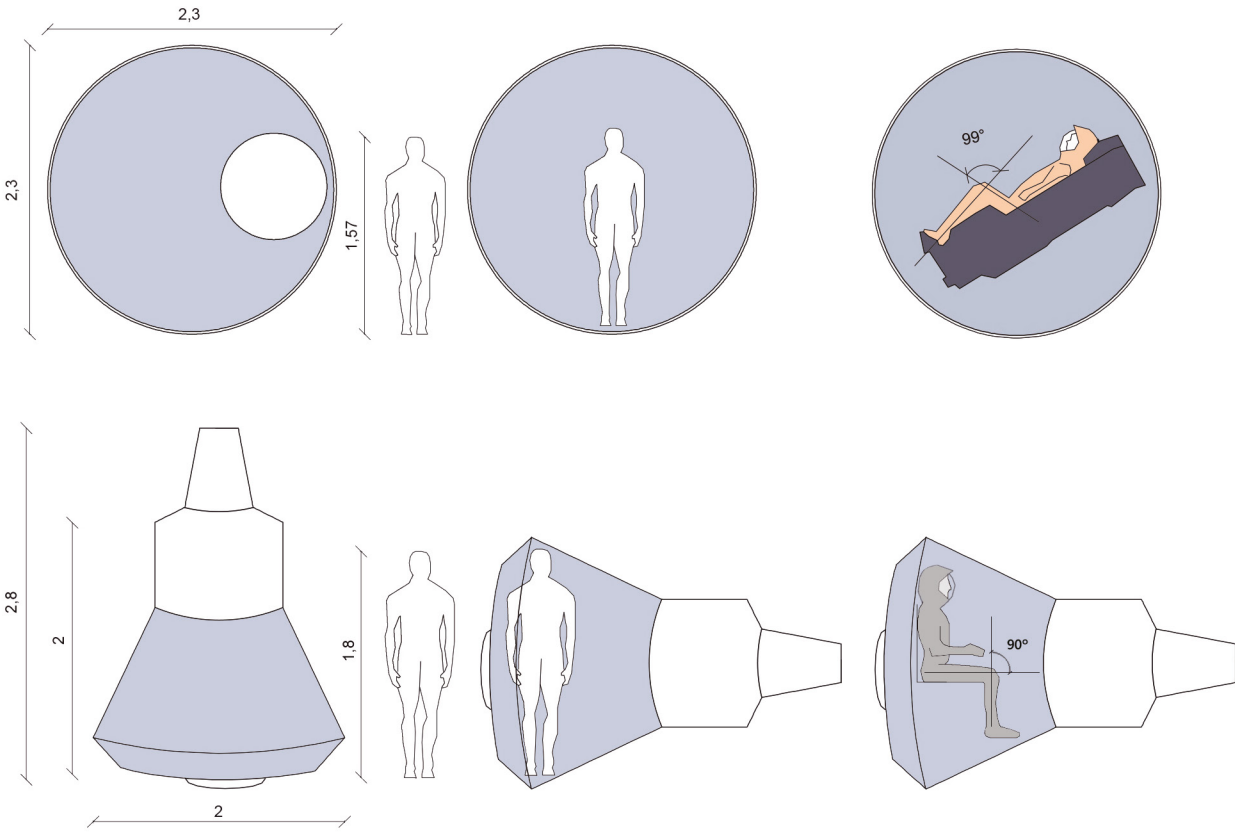


Figura 106: Diferencia ergonómica entre la cápsula Vostok y la Mercury. Medidas en metros. Fuente propia.

Los materiales que se utilizaron fueron diferentes en las dos cápsulas. En el caso de la Mercury, se empleó Titanio junto con una aleación de alta temperatura para el exterior y se aplicó un esmalado para el acabado interior. Mientras, la Vostok, hizo uso de un textil en el interior (figura 107). Los colores de la cápsula Mercury se limitaban a indicar los diferentes grupos de comandos y a hacerlos visiblemente más sencillos a la hora de su uso debido a la separación de los diferentes comandos en colores. Aun así, el tono predominante es el gris. La silla Mercury estaba diseñada para que el astronauta aterrizase en su interior, siendo este el motivo por el que el asiento se encontraba integrado a la nave (figura 108), mientras que la Vostok estaba compuesta por una silla de eyección, en vista de que debía aterrizar fuera de la cápsula. Como se aprecia, las soluciones fueron elegidas según las necesidades y la tecnología con la que contaban en ese momento.

Debido a la época en la que nos encontramos, los años sesenta, la arquitectura tomará como referencia estas cápsulas, a consecuencia de que se trataban de formas novedosas que hacían recordar al mundo utópico que muchos arquitectos

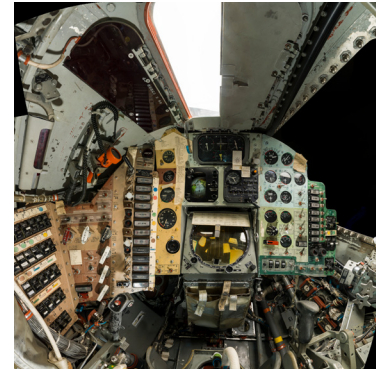


Figura 107: Interior de la cápsula Mercury, mandos de control, 1961.

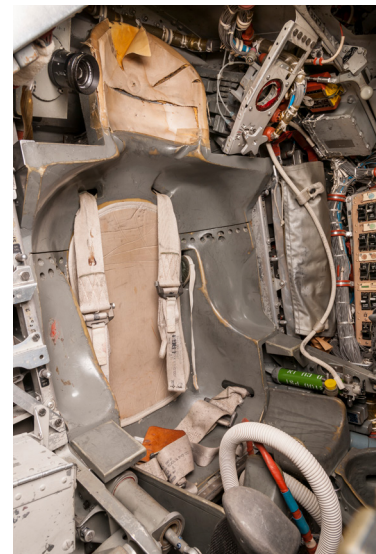


Figura 108: Interior de la cápsula Mercury. Detalle del asiento.

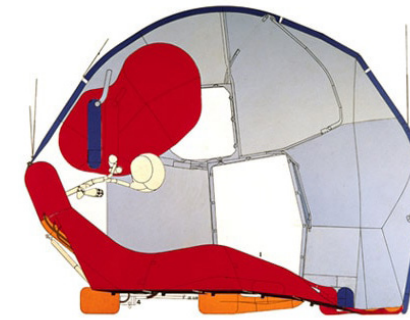


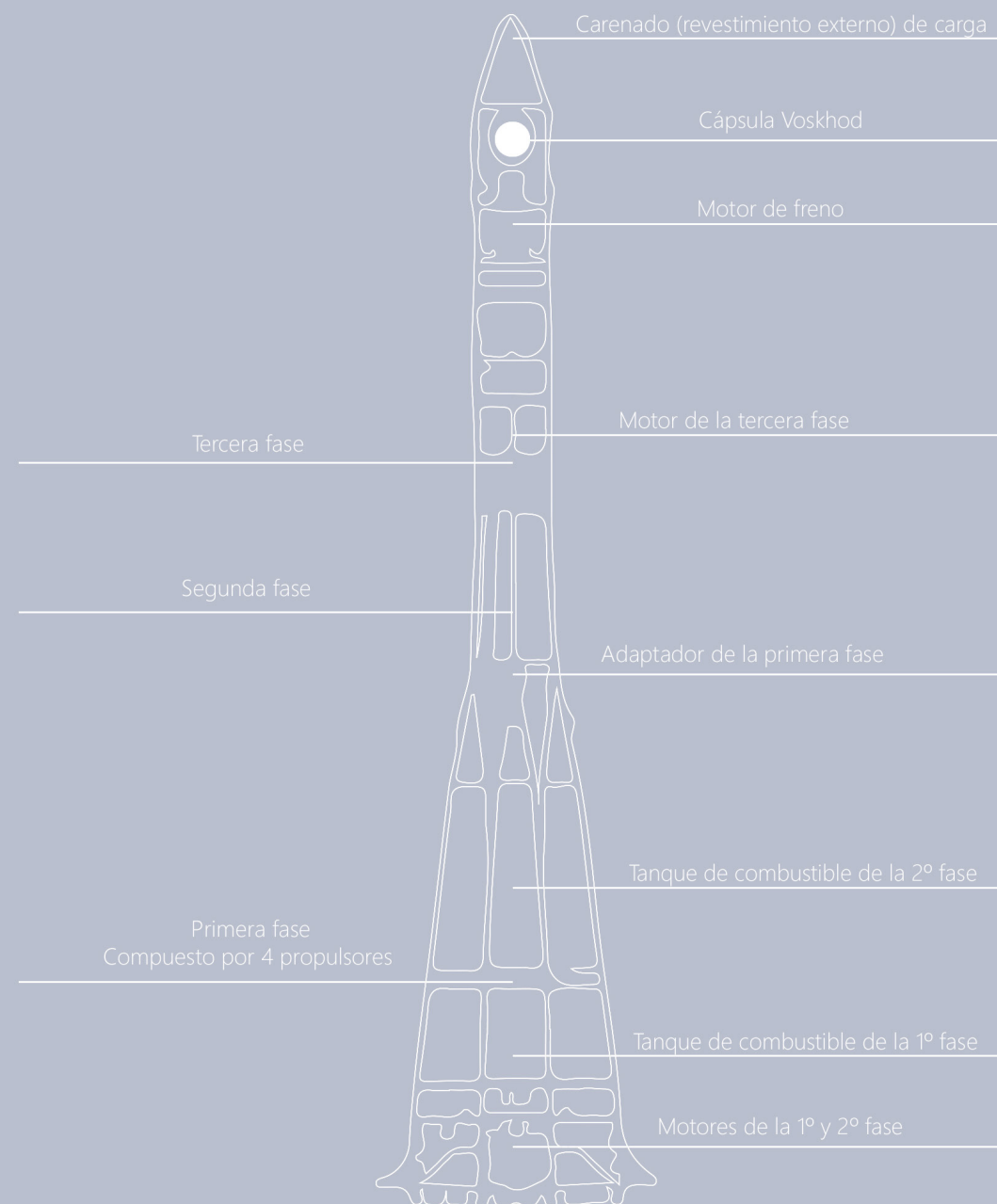
Figura 109: *Cushicle* de Archigram, 1966.



Figura 110: *Restless Sphere*, Coop Himmelblau, 1971.

persegüían en sus proyectos. Por este motivo, las formas de ergonomía y de espacio reducido se pudo ver en los Archigram. De manera espacial Michael Webb, hará un desarrollo de un artefacto que serviría como vivienda y traje a la vez, el *Cushicle* (1966). La vivienda se inflaba en el momento en el que fuese necesaria, recordándonos a un nómada cuando encuentra su lugar y decide habitarlo. Este tipo de vivienda responde a esta idea de cabina, en la que se podía vivir durante un período determinado en unas condiciones concretas. Es un espacio que recuerda a la cápsula Vostok, creado únicamente como lugar estacionario, sin una visión de un uso prolongado. El *Cushicle* estaba compuesto por una televisión, una radio, comida y agua (figura 109).

En este período de tiempo también aparece Coop Himmelblau con su diseño de la *Restless Sphere* (1971) la cual nos vuelve a presentar este espacio en forma de esfera que se pasea por las calles con varias personas en su interior a modo de hábitat temporal y cubriendo la única necesidad de realizar un desplazamiento de un espacio "A" a otro espacio "B". (figura 110).



4.2 Desarrollo de la cápsula espacial para dos tripulantes, la Voskhod

A finales del año 1963 Estados Unidos estaba planteando la posibilidad de enviar hasta dos tripulantes al espacio, incluso tres en la cápsula Apolo. Este fue uno de los motivos que aceleró la idea del ingeniero S. Korolev para que se desarrollase una nueva versión de la cápsula Vostok que pudiese alojar al menos a dos tripulantes. Es de esta manera como nace la idea de la cápsula Voskhod. (Zak, 2020d). Korolev junto con la directiva soviética, los cuales trabajaban por adelantar a los americanos, tomaron la decisión de crear la cápsula Voskhod en el año 1964. (Reichl, Röttler, 2019).

Se desarrollaron dos tipos de cápsulas, la Voskhod 1 y la Voskhod 2 que no únicamente se diferenciaron en el nombre ni en el momento del lanzamiento, sino que en su interior tuvieron un cambio importante, debido a que la primera estaba destinada a albergar a tres personas en la nave y la segunda a dos. Por este motivo, la organización de la Voskhod 1 tuvo que variar, los astronautas tuvieron que volar sin trajes espaciales y se eliminó la silla de eyección, haciéndola una cápsula poco segura los minutos posteriores al despegue, a consecuencia de que carecía de un sistema de evacuación en caso de fallo. (Zak, 2014)

La alteración de la disposición de las sillas fue uno de los grandes cambios con respecto a la Vostok. Esto alteró la disposición interior de los sistemas de control dado que debían responder a una nueva organización interior. La Voskhod 2 tenía como misión hacer el primer paseo espacial, siendo este el motivo por el que se decidió que uno de los asientos fuese vacío. De esta manera los astronautas podrían viajar con trajes apropiados para salir y realizar la EVA (Actividad extravehicular). El astronauta elegido para realizar el primer paseo espacial, de diez minutos de duración, contaba durante su EVA con una conexión telefónica y con dos cámaras para documentar el momento. (Zak, 2020c)

Figura 111: Ubicación de la cápsula Voskhod. Fuente propia.



Figura 112: Collage propio de las partes de la cápsula Voskhod. La primera se trata de la cápsula en la que se aprecia la esclusa hinchable por la que se realizaría la primera EVA (Actividad extravehicular o paseo espacial) por medio de la Voskhod 2. La segunda imagen corresponde a la esclusa hinchable *Volga* usada por los soviéticos. La última imagen corresponde al traje espacial usado por Aleksei Leonov durante su paseo espacial.

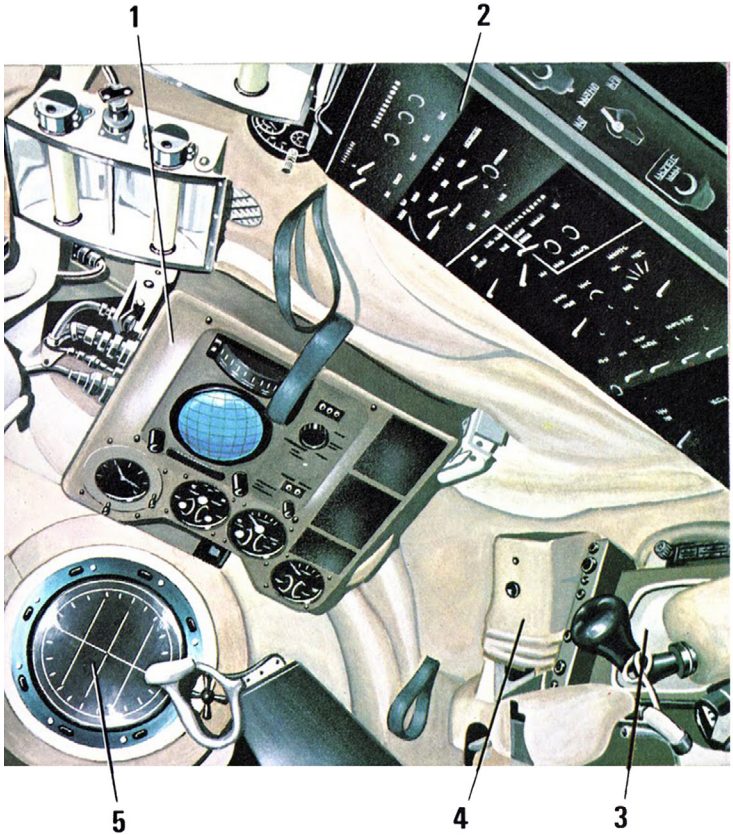
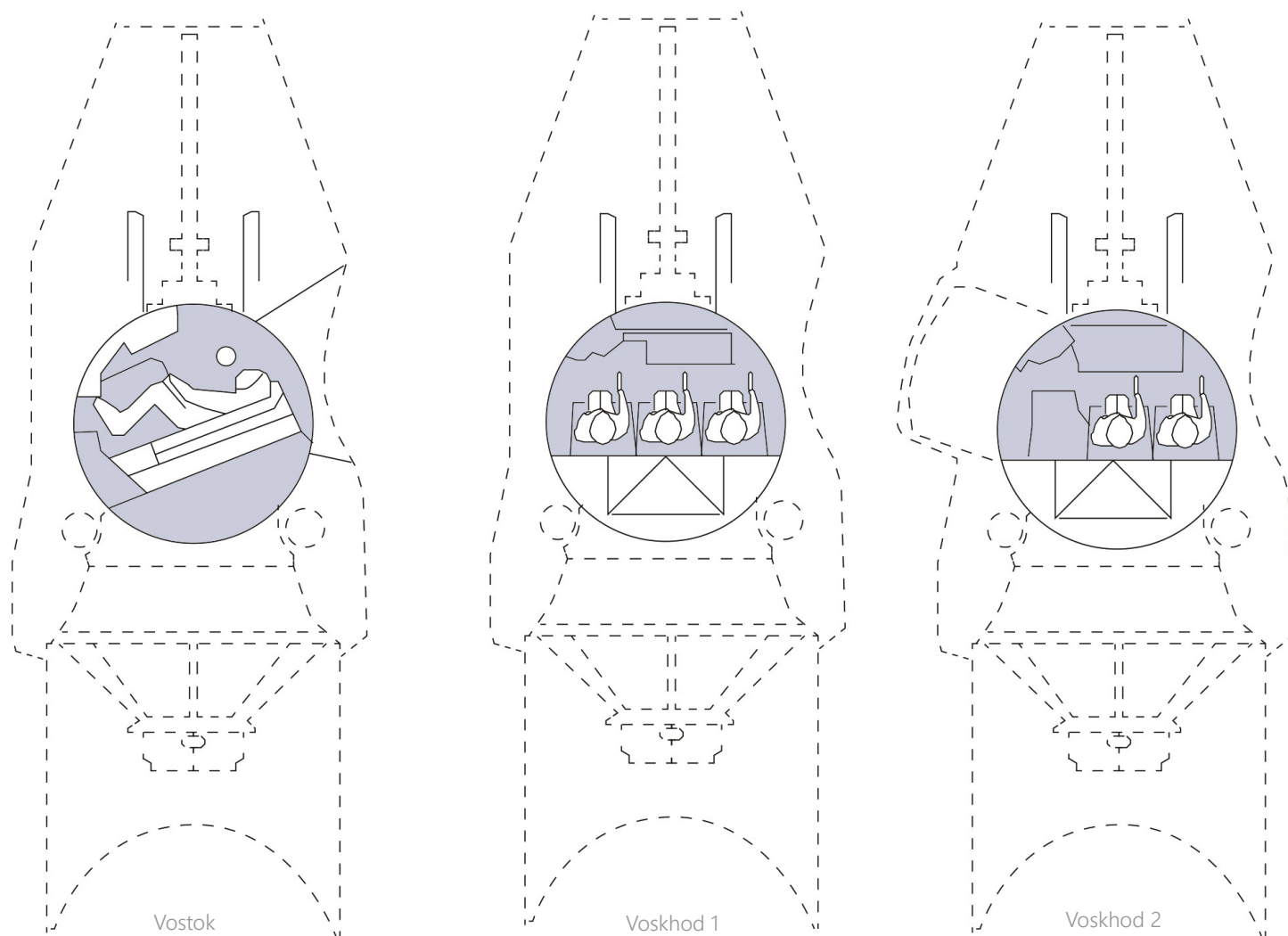


Figura 113: Detalle de la cápsula Voskhod 2. Traducción propia.

(Figura 113)
Vista desde el asiento izquierdo de la Voskhod 2.

1. Panel de instrumentos con globo terráqueo.
2. Panel de control.
3. Televisión.
4. Cámara de televisión.
5. Vzor, sistema de orientación.



4.2.1 Ergonomía

Para poder albergar a más de una persona, se dispusieron las sillas en posición vertical, siendo esto un problema dado que los instrumentos necesarios de la tripulación se encontraban en la posición original de la Vostok, en la parte superior junto a la cabeza.

El nuevo asiento *Elburn* permitió a los tripulantes permanecer durante el aterrizaje dentro de la cápsula, abriendo así espacio en el interior a consecuencia de que no sería necesaria la instalación de una silla de eyección. Por este motivo, las dimensiones de la cápsula eran de 2,3 metros de diámetro al igual que la Vostok. No se pensó en crear una de dimensiones mayores dado que retirando la silla se abría espacio suficiente para albergar a más astronautas.

Cuando hablamos de ergonomía en la cápsula Voskhod tenemos que diferenciar entre los dos tipos que hubo. La primera Voskhod, al alojar a tres astronautas, no daba la posibilidad de variar mucho el interior, es más, resultó ser un lugar incómodo debido al poco espacio personal que tenían y a lo ajustados que se encontraban en su interior. No solo fue incómodo, sino que la movilidad en el interior se vio reducida únicamente al asiento y al uso de los diferentes instrumentos. Por esta razón, se prescindió del uso del traje espacial, una decisión que podría haber sido fatal en el caso de un fallo en la cabina. Los instrumentos al no estar pensados para la nueva disposición de la cápsula, dejándolos en su posición original, su uso fue casi imposible a consecuencia de que quedaban en la parte trasera de los asientos. Por este motivo cada vez que necesitaban emplear uno de estos tenían que levantar la cabeza.

Los sistemas de control se encuentran, una vez más, no integrados en la cápsula, siendo este el motivo por el que podemos ver nuevas variaciones del interior con nuevos sistemas, como la pantalla de televisión y la radio.

Figura 114: Diferencia ergonómica de las cápsulas Voskod y Voskhod. Diagrama propio.

Nos recuerdan, esta televisiones y radios, a aquellas que podrían haberse usado en cualquier vivien-
da soviética del momento.

Sin embargo, la ergonomía de la Voskhod 2 estuvo pensada desde el inicio para realizar un paseo
espacial. Esto requería de más espacio debido a que en esta ocasión los astronautas sí debían ir
equipados con trajes espaciales por si se producía una despresurización de la cápsula en el momen-
to de la salida espacial.

Una de las diferencias que se pueden encontrar entre la cápsula Voskhod 1 y Voskhod 2 es la esclusa
inflable llamada *Volga airlocks*. Esta esclusa permitiría el paseo espacial, EVA al astronauta Leonov.
Después de su uso se deshicieron de ella dado que fue únicamente pensada para el uso de un tri-
pulante de forma individual y puntual. (Litteken, Jones, 2018)

Los astronautas en la cápsula Voskhod 2 llevarían un tipo de traje espacial llamado *Berkut* al que se
le unió una mochila con soporte vital. Estos trajes permitían al cosmonauta poder estar fuera de la
cápsula 45 minutos gracias al oxígeno proporcionado. Aun así, también protegían a los astronautas
si había un fallo a la hora de la EVA y la cápsula sufría una despresurización. La misión del traje era
mantener segura a la tripulación durante un período de tiempo. (Zak, 2020a)

La posición interior de los astronautas fue la misma en las dos cápsulas, Voskhod 1 y 2, no consi-
guiendo una postura sentada de 90°, convirtiéndose en un lugar, como se ha mencionado, incó-
modo.

Los muebles en estas cápsulas tampoco se vieron integrados debido a la velocidad a la que se
pensó el diseño interior. Por esto, podemos ver la pantalla de televisión colgada de la cápsula o un
sistema de radio sobre esta pantalla de forma desorganizada.

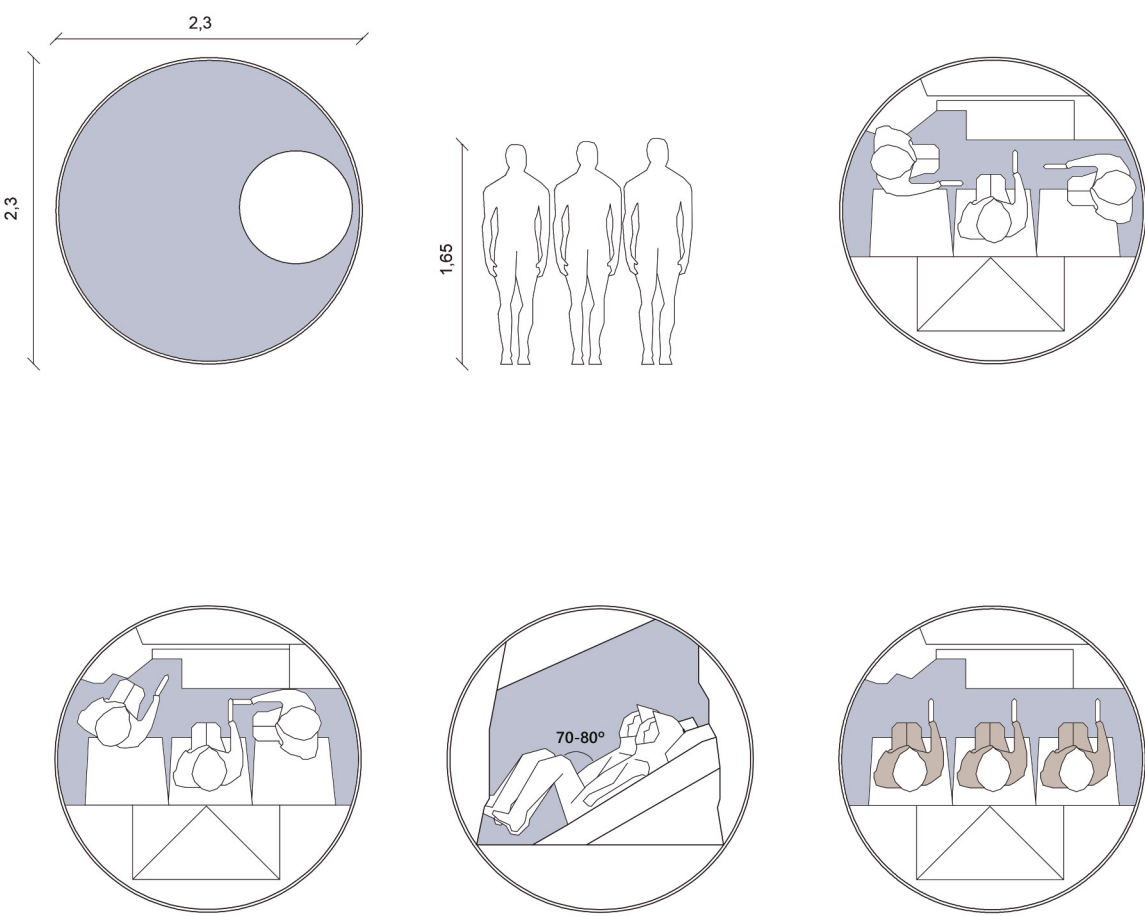


Figura 115: Ergonomía de la Voskhod 1. Medidas en metros. Fuente propia.

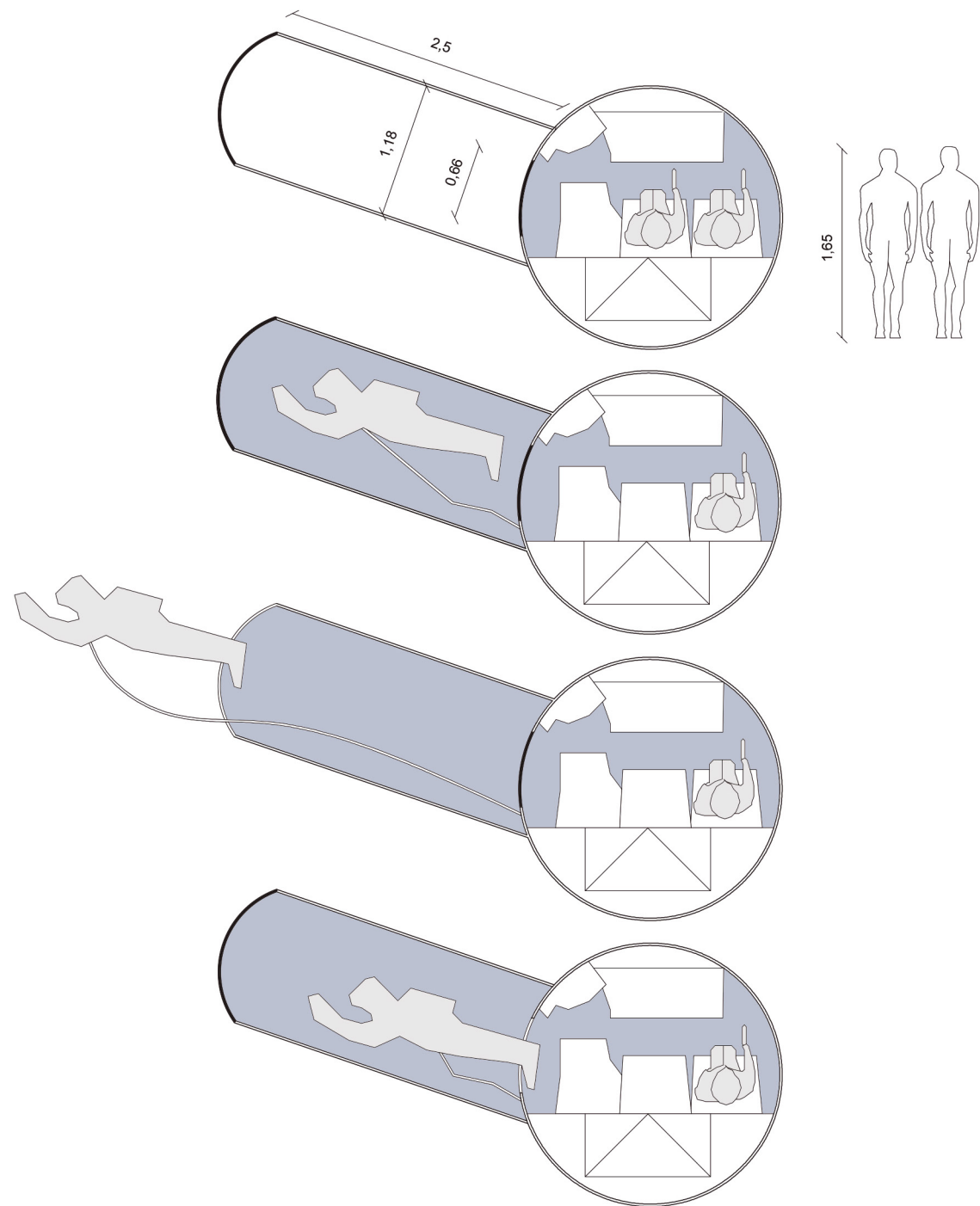


Figura 116: Ergonomía interior de la cápsula Voskhod 2. Medidas en metros. Fuente propia.

En la Voskhod 2 se puede añadir un nuevo espacio anexo a la cápsula, la esclusa inflable. Esta serviría únicamente para realizar el paseo espacial, concediéndole un uso únicamente temporal. Se proyectó de forma inflable y con un material que permitiese este uso temporal, un tejido textil. Está pensada para un solo miembro de la tripulación y a consecuencia de las dificultades de despresurización de la cápsula, esta debía funcionar como un espacio intermedio entre el exterior y la cápsula. Para que la forma cilíndrica no se perdiese, se usaron unos tubos de goma que facilitaron la maniobra y salida del astronauta. Esta esclusa tenía una dimensión de 2,5 metros cuando se encontraba extendida mientras que en su posición plegada tenía unas dimensiones de 74 cm. (Shayler, 2004: 24)

Una vez usada sería desechada para poder realizar la reentrada de forma más segura. El astronauta A. Leonov comentó que tuvo varias dificultades a la hora de poder volver a entrar en la cápsula debido a que el traje espacial había sufrido un problema de presiones haciendo que se hinchase y que se viese dificultada su entrada de nuevo en el interior, saltándose el protocolo de acceso. Leonov decidió, en virtud de las circunstancias mencionadas, ingresar primero por la cabeza.

Los espacios dedicados a necesidades vitales tales como la comida y el baño mantendría su posición original.

4.2.1 Actividades

Las actividades que se realizaron en el interior de la Voskhod 1, fueron bastante básicas y se resumían a las mismas tareas que se habían llevado a cabo en el programa Vostok. En su gran mayoría se trataban de pruebas y experimentos para conocer el funcionamiento del cuerpo en el espacio. De forma más detallada se expone la misión que se realizó, observándose que para la gran mayoría no se requiere de un movimiento físico, ejecutándose todas ellas desde la silla. (B. Yegorov, V. Komarov y K. Feoktistov fueron los astronautas de la misión):

"*Órbita 1*: Chequeo médico (Yegorov); desayuno; *Órbita 2*: Saludos a los participantes de los Juegos Olímpicos de Tokio; *Órbita 3-4*: Exámenes físicos: muestras de sangre, medidas de presión sanguínea, pruebas cognitivas; *Órbita 4*: Almuerzo; *Órbita 5*: Período de sueño (Komarov); Observaciones de la superficie terrestre y la atmósfera (Feoktistov); Pruebas vestibulares (Yegorov, Feoktistov); *Órbita 6*: Ejercicio de control manual de la actitud (Komarov); *Órbita 7-8*: Conferencia de TV con control terrestre; *Órbita 9-13*: Voskhod está fuera del alcance de las comunicaciones; Período de sueño; *Órbita 14*: Transmisión de los parámetros orbitales al control de tierra; recepción de datos para control manual en caso de fallo del sistema de aterrizaje automático; *Órbita 15*: Ejercicio de control manual de la actitud (Komarov); Fotografía del horizonte (Feoktistov), Período de sueño (Yegorov)."

Roscosmos

(Zak, 2019b)

Esta misión de la Voskhod 1 tuvo una duración de apenas un día, pero aun así las necesidades vitales se tenían que llevar a cabo. En esta cabina no se pensó el deporte físico como una necesidad y fue a partir de las cápsulas Soyuz cuando se empezó a plantear.

La cápsula de la Voskhod 2 tuvo igual una duración de un día. La misión principal de esta cápsula era la realización del paseo espacial que duraría apenas doce minutos. Esta duración tan reducida de la misión era el resultado del soporte vital a consecuencia de que la cápsula era únicamente una variación interior del modelo anterior, la Vostok. El soporte vital de la Vostok estaba pensado para que un astronauta estuviese diez días en su interior, al incluir a tres o dos astronautas más, este no podría ser distribuido durante períodos largos a tantas personas. Por este motivo se planificaron viajes que durasen solo un día. Los nuevos asientos usados *Elbruss* (figura 117) serían posteriormente desarrollados de manera más detallada para la cápsula Soyuz. Estaban pensados para la absorción

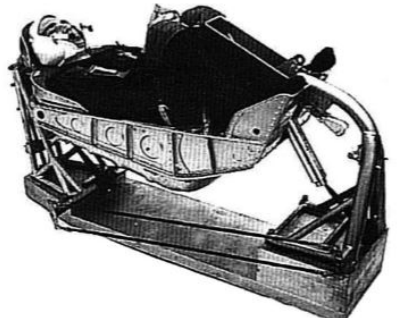


Figura 117: Silla amortiguadora de impactos usada en la Voskhod 1 y 2, silla *Elbruss*.



Figura 118: Interior de la cápsula Voskhod 2, 1965.

de impactos puesto que la tripulación debía permanecer en el interior durante el aterrizaje. (Zak, 2014)

Estos asientos proporcionaban una fijación en la pelvis (figura 118), permitiendo siempre la libertad del hombro para un mejor uso de los dispositivos y paneles de control. (Roscosmos, 1965: 26). Las actividades fueron escasas en estos dos modelos, a causa de que el espacio interior que tenían era mínimo, cumpliendo únicamente con las actividades que mandaban desde el mando de control. Por este motivo, las cápsulas fueron solo un antecedente a la que posteriormente sería desarrollada, la Soyuz y su uso se vio reducido a dos misiones.

4.2.1 Materiales

El interior disponía de un acolchado extra para el descenso debido a que la cápsula aterrizaría con la tripulación en el interior. (LePage, 2015). El material interior está compuesto por un textil que recubre toda la superficie interna de la cápsula. Como ya vimos en la cápsula Vostok no todos los

aparatos de control se encontraban integrados en este conjunto textil uniforme. La esclusa *Volga* (figura 119) estaría también compuesta por un textil al que se le incluiría una protección térmica en vista de que durante su uso debía proteger al astronauta de la variación extrema de temperatura que se produce en el espacio en la EVA (Actividad extravehicular)(figura 120). El textil se integró por medio de ensamblajes a la cápsula.

4.2.1 Colores

A diferencia de la cápsula Vostok, estas contaban con un textil de un color neutro o blanco promovido quizás por el espacio reducido en el que se encontraban los astronautas, queriendo transmitir amplitud interior (figuras 121-122). Las tonalidades claras crean en muchas ocasiones un efecto visual de un mayor espacio del que realmente existe. Tras las misiones Vostok se pudo entender de manera básica cómo funcionaba el ser humano en el espacio, por este motivo, la única finalidad que tenían los tonos en esta cápsula era dar amplitud y no la de crear una sensación en la tripulación.

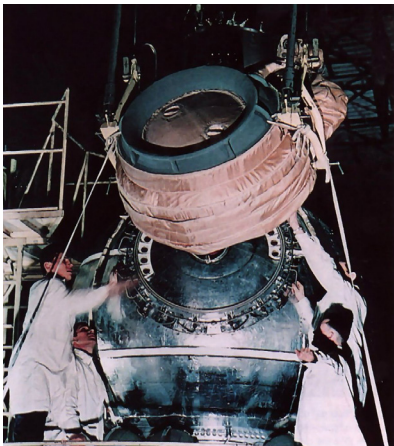


Figura 119: Colocación de la esclusa inflable en la Voskhod 2.



Figura 120: Fotografía de Alexei Leonov en el paseo espacial, 1965.

Figura 121: Interior de la cápsula Voskhod 2.



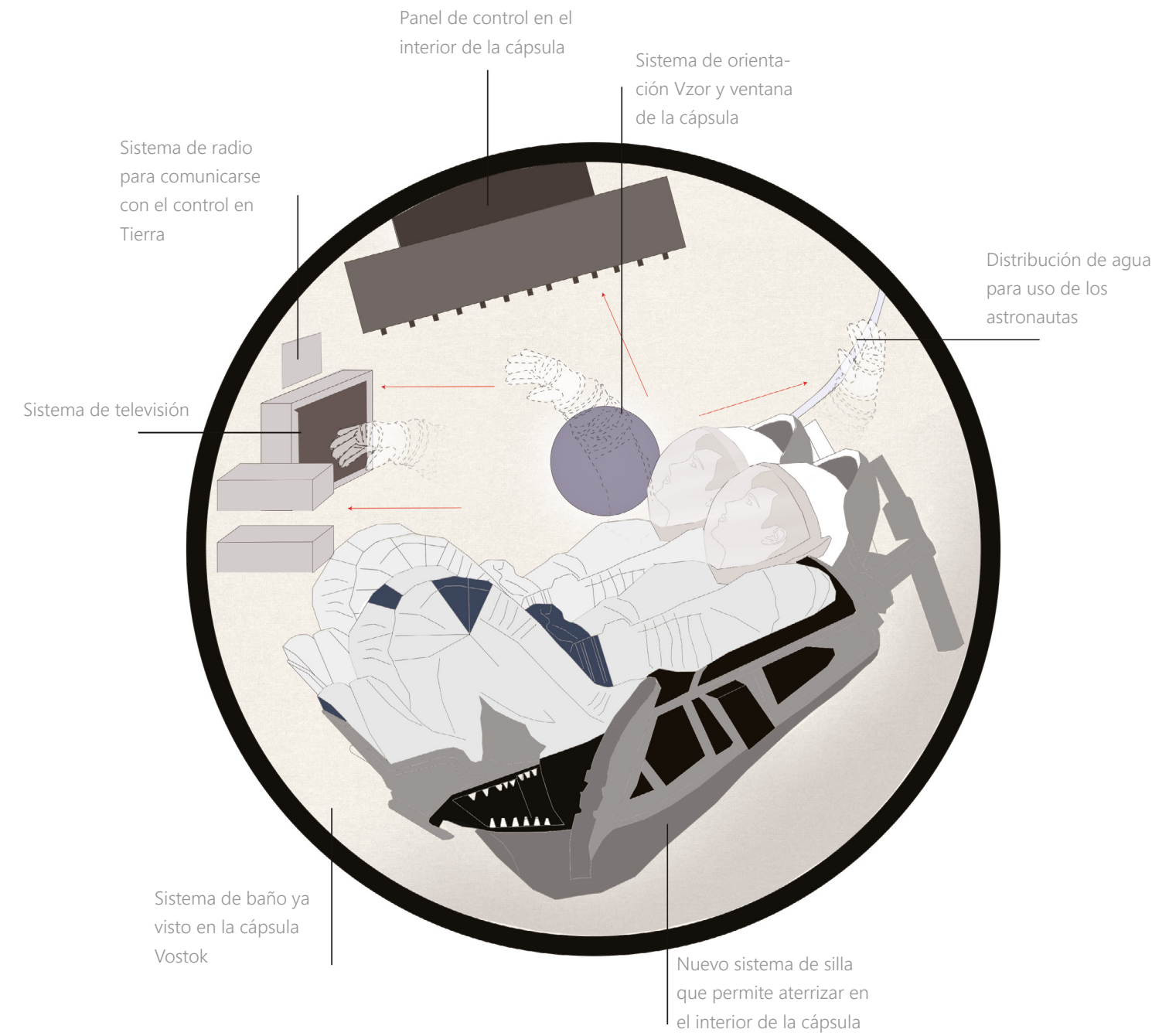


Figura 122: Interior detallado de la cápsula Voskhod 2 con detalle de televisión y radio. Página 118.
 Figura 123: Interior ergonomía de la cápsula Voskhod. Fuente propia.

Se va a realizar una comparación de las cápsulas Voskhod y Gemini en las que se aprecia la clara diferencia entre el uso del cono y el uso de la esfera. Las actividades estaban orientadas en su gran mayoría a la realización de paseos espaciales y sería una etapa previa necesaria para poder realizar en el futuro el descenso sobre la Luna. Los estadounidenses pusieron en órbita una cantidad mayor de cápsulas Gemini al contrario que las Voskhod que fueron canceladas debido a que se centraron en el programa Soyuz. Cabe destacar que en esta ocasión y a diferencia de la Mercury, la Gemini contaba con sillas de eyección, caso contrario a las cápsulas soviéticas. La Vostok contaba con silla de eyección mientras que la Voskhod no. Esta anécdota, en la que se cambiaron los papeles las dos naciones, nos da a entender que ambas estaban informadas de cuáles eran los avances del país rival.

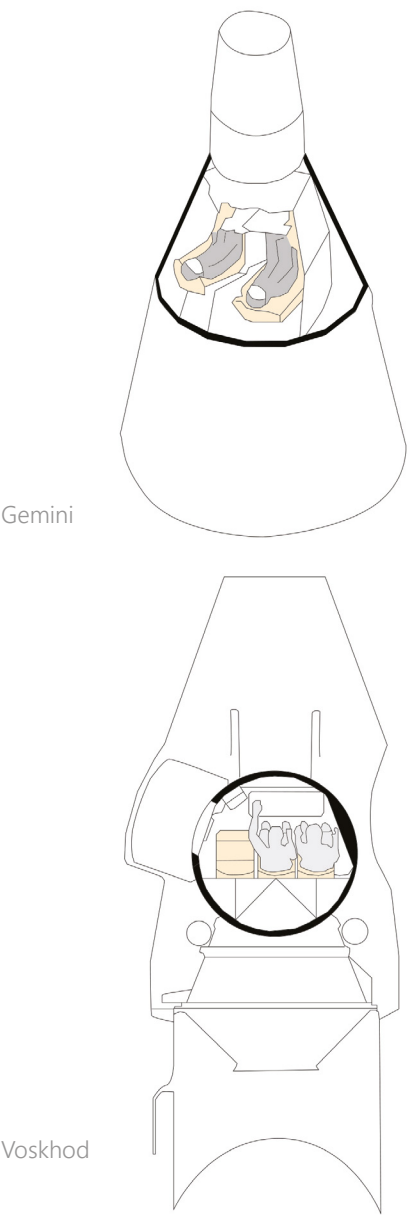


Figura 124: Diferencia entre la cápsula Voskhod y Gemini. Fuente propia.

4.2.2 La comparativa con la Gemini de los Estados Unidos de América

Las cápsulas Gemini sirvieron como prueba para la futura cápsula Apollo. Se dieron entre los años 1965 y 1966. Una de las diferencias con respecto a la Mercury anterior fue la posibilidad de alojar hasta dos tripulantes en su interior y a nivel técnico uno de los grandes avances fue la posibilidad que esta tenía para poder elegir la órbita en la que estaba, opción que no disponía la Mercury. Una de las curiosidades fue que el cohete en el que volaría la cápsula se ideó en un primer momento como misil. (Hitt, NASA Educational Technology Services, 2011). Esta tenía unas dimensiones de 5.67 metros de altura y un diámetro de 3,05 metros, con un peso de 3.851 kilogramos, siendo, en esta ocasión, la cápsula estadounidense mayor que la soviética Voskhod.

Hubo varias misiones de la Gemini, en las que tenían como objetivo la puesta en órbita por un tiempo prolongado a dos astronautas, un paseo espacial y la unión de dos cápsulas durante el vuelo. Las misiones se asemejan bastante a las que tenían las Voskhod soviéticas.

El módulo de reentrada consistía en un cono truncado que disminuía de diámetro de 228,6 cm en la base a 98,2 cm, coronado por un cilindro corto del mismo diámetro y luego otro cono truncado que disminuía a un diámetro de 74,6 cm en la parte superior plana. (Dr. Williams, 2020)

La cabina tenía dos asientos equipados con dispositivos de eyección de emergencia, paneles de instrumentos, equipo de soporte vital y compartimentos de almacenamiento de los equipos en un volumen total presurizado de unos 2,25 metros cúbicos. Dos grandes escotillas con pequeñas ventanas podían abrirse hacia el exterior, una situada encima de cada asiento en el momento en el que fuese necesario su uso para la EVA (Actividad extravehicular). (Dr. Williams, 2020)

Uno de los problemas que se presentaron en la Gemini 7, que estuvo aproximadamente catorce días en órbita, era la incomodidad de los trajes, a consecuencia del calor que hacía con ellos puestos no

dejaba descansar a los astronautas. De esta manera, el cambio de trajes fue continuo en este vuelo. Los tripulantes de la cápsula no encontraron la comodidad en un espacio tan reducido, pero aun así se realizaron varios experimentos, durmieron, hicieron ejercicio, comieron y descansaron. (Hacker, Grimwood, 1977c)

Este lugar se convirtió en el lugar de convivencia que tuvieron estos astronautas durante períodos prolongados. Uno de los grandes problemas que presentaba una estancia de catorce días en el espacio era la organización de las actividades. Por este motivo, la misión llevada a cabo por Frank Broman y James Lovell, decidió realizar ya en la Tierra un plan de hábitos que seguirían después en las misiones espaciales. Seguían el ciclo de *sueño-come-trabajo-relajación*, con dos períodos de trabajo diarios, uno en la mañana y otro en la tarde. El tema de la alimentación y los desechos que esta acción produjera, ya fuesen restos de comida o envoltorios, se tenían que organizar de la mejor manera posible para que no se desordenase la nave. Es por este motivo que se pensó el espacio de detrás de la silla como espacio de acumulación de basura, durante siete días se usaría una y en los siete días restantes se haría uso de la otra. La Géminis VII, que sería la última misión de larga duración, hizo varios experimentos entre los que se encontraba un análisis del sueño en un espacio pequeño durante un tiempo prolongado. (Hacker, Grimwood, 1977b)

Otra de las actividades era la realización de ejercicio físico con la banda elástica durante estos vuelos. El astronauta White, primer astronauta americano en realizar una EVA, explicó posteriormente que sus ganas de realizar ejercicio en la cápsula fueron disminuyendo debido al cansancio y a la falta de sueño. (Hacker, Grimwood, 1977a)

El módulo espacial Gemini estaba compuesto predominantemente de titanio y aleación de níquel con tejas de berilio. La gran diferencia que presentaba la cápsula con la Voskhod soviética era la comodidad de los asientos. La Gemini contaba con dos secciones diferenciadas pensadas para albergar a dos pasajeros, teniendo estos, un pequeño espacio personal.

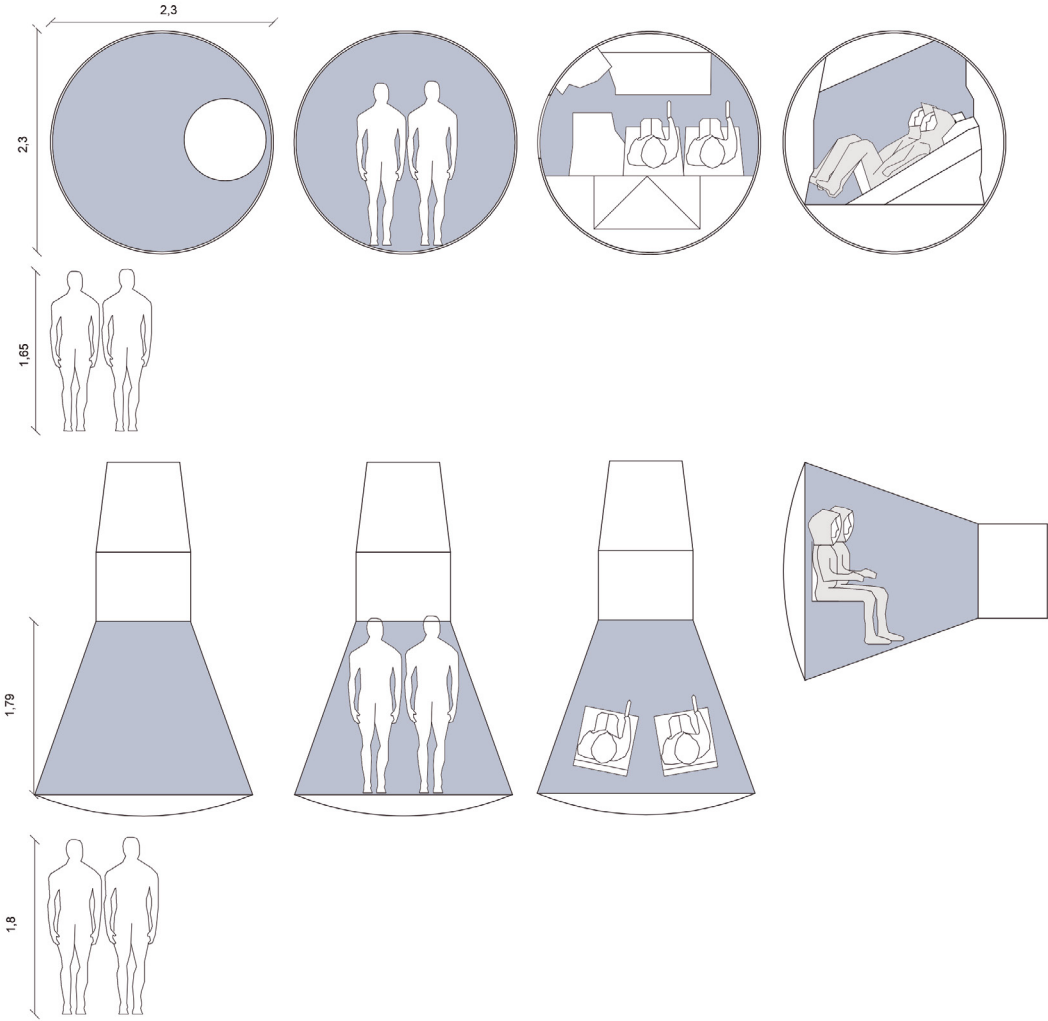


Figura 125: Diferencia ergonómica entre la cápsula Voskhod y Gemini. Medidas en metros. Fuente propia.

En el interior, para dos astronautas (figura 126), la posición que podía ocupar una persona les permitía tomar una postura sentada de 90° (figura 127). El nivel técnico y de integración de los instrumentos que tenía la cápsula estadounidense estaba bien pensado y con una posición fija, siendo una de las grandes diferencias que se aprecian. La forma en cono estadounidenses dejaba poca variación en el momento que quisieran optar por una tripulación de tres personas, debido a que no era posible seguir ampliando el diámetro de la cápsula. La disposición de los asientos dejaba la posibilidad de hacer uso de la parte trasera y la parte inferior haciendo el interior más práctico a la hora de almacenar instrumentos y desechos (figura 128) y optar por viajes con una duración mayor. La Voskhod estuvo pensada para viajes de un solo día a diferencia de la cápsula Gemini, siendo este el motivo por el que los soviéticos no pensaron en sistemas de almacenamiento de gran cantidad de residuos en el interior.

Por otro lado, en el mundo arquitectónico, nos encontramos con el estudio austriaco de Coop Himmelblau, el cual cuenta con varios prototipos de viviendas que nunca llegaron a realizarse pero



Figura 126: Esquema de la cápsula Gemini.



Figura 127: Astronautas en el interior de la cápsula Gemini, 1965.



Figura 128: Astronauta comiendo en el interior de la cápsula Gemini, 1966.

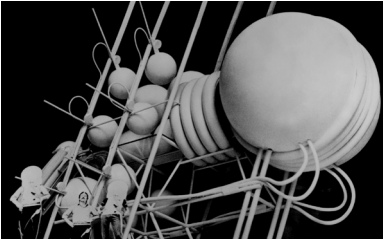


Figura 129: Villa Rosa, Coop Himmelblau, 1968.

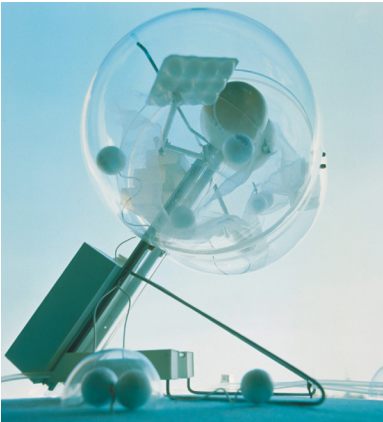


Figura 130: The cloud, Coop Himmelblau, 1968.

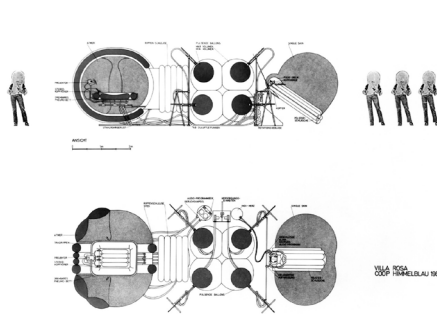
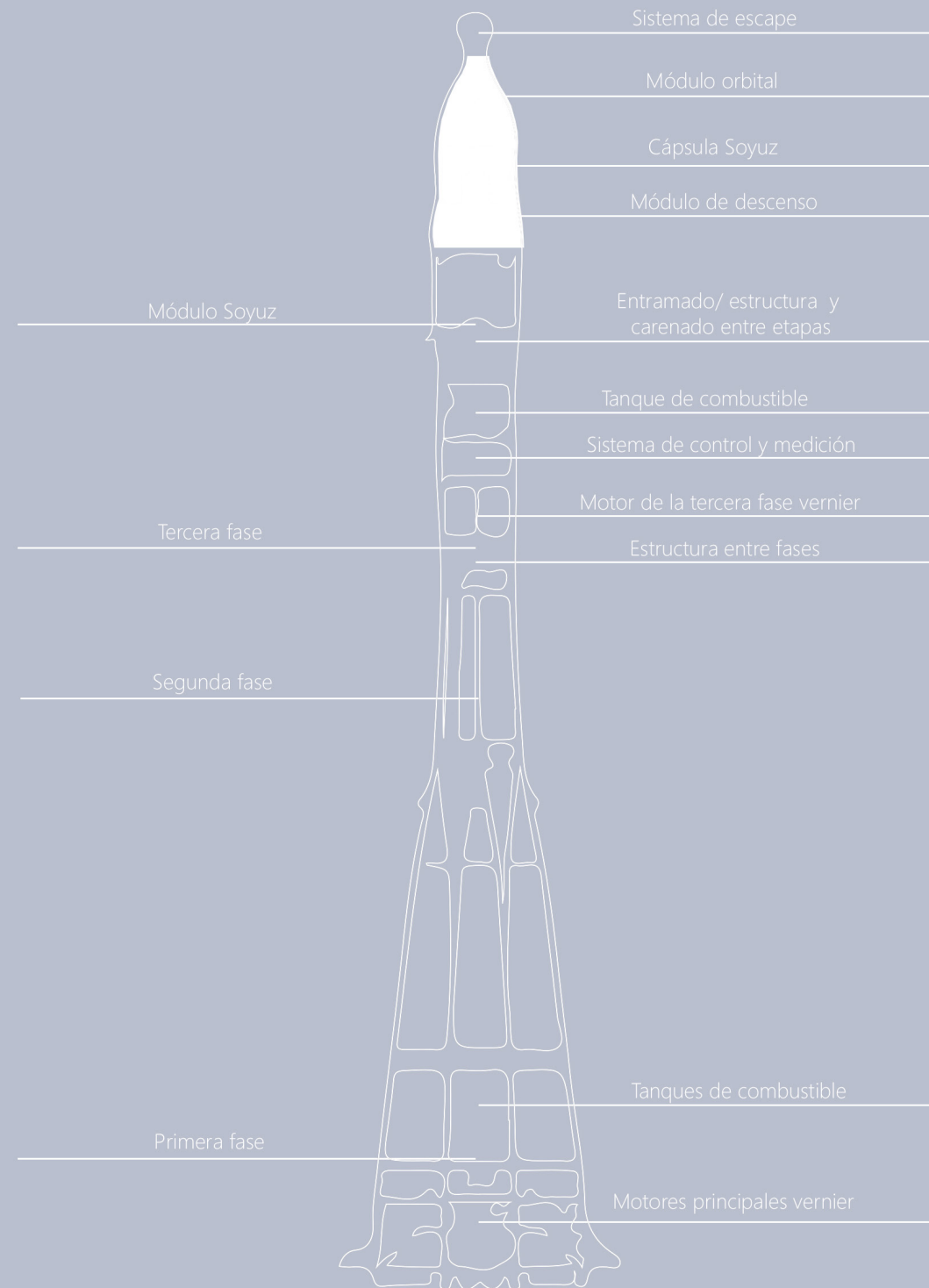


Figura 131: The cloud, Coop Himmelblau, 1968.

que responden a este espacio de cápsula temporal. El primero es la Villa Rosa (figura 129), del año 1968. Este proyecto responde a la idea de poder hacer cambios en el volumen del espacio gracias al elemento del aire.

The Cloud (figuras 130-131) se compone de tres espacios diferentes. El primero corresponde a la idea de descanso, en el que se proyecta la cama y el área de reposo con televisión y radio, un segundo espacio responde a un área con posibilidad de aumentar el volumen mediante ocho globos inflables y por último tenemos la sección móvil.

En tema espacial, no se podrían comparar las cápsulas con este tipo de arquitectura, pero el hecho de que se agrupe en este tema es debido al planteamiento de espacios dedicados a un número determinado de personas, dando solución a las necesidades que estas presentaban. Al estar la vivienda aislada y no formar parte de un conjunto residencial, es decir, no se trata de un apartamento con áreas comunes, se puede entender el proyecto como cápsula dentro de la ciudad.



4.3 Desarrollo de la cápsula espacial para varios tripulantes, la Soyuz

La cápsula Soyuz fue pensada en el estudio de Sergei Korolev con el propósito de explorar la Luna en los años 60. Fue proyectada con tres asientos y con posibilidad de hacer maniobras, encuentro en órbita con otras cápsulas y acoplamientos, dando así respuesta a las necesidades para llegar a la Luna. Aunque más tarde, la Unión Soviética no continuó con las expediciones lunares, la Soyuz siguió en uso y hoy en día se sigue empleando para poder llegar a la Estación Espacial Internacional.

La nave se pensó de manera parecida a la Apollo estadounidense, contaba con una sección primaria y con un módulo de aterrizaje. En los años ochenta, se desarrollaron dos nuevas versiones, la Soyuz T y la Soyuz TM, las cuales permitieron hacer varias mejoras en el interior entre ellas, la posibilidad de que tres cosmonautas pudiesen ir equipados con trajes de protección. Posteriormente, se desarrolló la versión Soyuz TMA la cual daba solución a problemas de antropometría durante la cooperación americana y soviética. Entre las mejoras que se llevaron a cabo, se incluía la eliminación de la limitación de altura en el interior para la tripulación, sirviendo, así como bote salvavidas en la Estación Espacial Internacional debido a que siempre habría una cápsula Soyuz en caso de necesitar descender a la Tierra. Pero estas no fueron las únicas versiones de la Soyuz, las variantes que encontramos son: **Soyuz 7K-OK**, Soyuz 7K-OKS, Soyuz 7K-T, **Soyuz T**, **Soyuz TM**, Soyuz TMA, Soyuz TMA-M, Soyuz MS y las versiones utilizadas para lanzamiento lunar, la **Soyuz 7K-L1** Zond y la **Soyuz LOK** (7K-L3).

La muerte de Korolev en el año 1966 hizo sufrir graves retrasos en el avance de la cápsula Soyuz y puso al mando a Vasily Mishin el cual no contaba con el mismo carisma de Korolev. (Zak, 2020b)

Figura 132: Ubicación de la cápsula Soyuz. Fuente propia.

Estas cápsulas contaban con unas características en su interior que debían proporcionar un ambiente adecuado a la tripulación durante el vuelo. Por esta razón, la temperatura en el interior estaba controlada para permanecer entre los 18 y 25 grados centígrados, con una humedad entre el 20 y el 80 por ciento en el interior de las zonas habitables. El sistema térmico estaba compuesto por elementos pasivos y activos, entre los que encontramos el sistema EVI (Ekranno-Vacuumnaya Izolyatsiya), un método de ventilación y bucles de refrigeración internos y externos. Para mantener las condiciones internas adecuadas se necesitaba energía que era captada a través de los paneles solares ubicados en la superficie de la cápsula.

El sistema de soporte vital (Kompleks Sredstv Obespecheniya Zhiznideyatelnosti, KSOZh) era el encargado de mantener las condiciones de habitabilidad en el interior de la cápsula mediante un sistema de baño, agua, alimento y soporte en caso de emergencia. El soporte de vida del astronauta estaba formado por un traje de presión de seguridad llamado *Sokol* (Falcon) el cual debía usarse en situaciones importantes como el ascenso y el descenso de la cápsula. El sistema de comunicación se dividía en cinco. El primero, era el Rassvet (Dawn), el cual proporcionaba comunicación entre la Tierra y la tripulación. También podía usarse para hablar dentro de la cápsula entre los miembros de la tripulación. El segundo era el sistema de medición, SBI, el cual supervisaba la salud de la tripulación. El tercero era el Kvant-V que funcionaba como radio durante el momento en el que la cápsula se encontraba en órbita. El cuarto era el Klyost-M y se encargaba de proporcionar transmisión de video en el interior de la cabina. El quinto, el RKO, se trataba de un sistema de rastreo de radio que permitía la localización de la cápsula. La Soyuz, ha contado desde su creación con un kit de supervivencia en caso de que el descenso de la cápsula se produzca en un lugar remoto en el que deban esperar a ser rescatados. (Zak, 2016)

La cápsula desde sus inicios tenía un esquema de división por módulos que actualmente sigue siendo exacto. Por esta razón, todas las variaciones de la Soyuz que exponía en la página anterior segui-



Figura 133: Diferencia de ubicación de los distintos módulos. Desde arriba: módulo orbital, módulo de descenso y módulo de propulsión. Diagrama propio.

rán un esquema común para su división interna. Está compuesta por tres sectores diferenciados, el módulo orbital, el módulo de descenso y el módulo de propulsión (figura 133).

El **módulo orbital** es el espacio que usa la tripulación en el vuelo libre. Tiene una dimensión de 6,5 metros cúbicos y está compuesto por varias escotillas para su acoplamiento. Por medio de esta abertura, se puede acceder a los diferentes objetos a los que se acople la cápsula, teniendo como ejemplo la misión Apollo-Soyuz o la Estación Espacial Internacional. Este módulo se compone también por una ventana y por varios instrumentos como mesas o asientos que ofrecen un lugar con mayor amplitud para poder llevar a cabo actividades como dormir o descansar. En la zona inferior y conectada por una escotilla presurizada cilíndrica, se encuentra el módulo de descenso.

Antes de entrar en la Tierra el módulo de descenso y el módulo orbital se separan y este último se desintegra a consecuencia de que carece de protección térmica. Este módulo será proyectado por la arquitecta Galina Balashova durante el

transcurso de la carrera espacial, encargándose del diseño interior y la ergonomía. Las naves Soyuz estaban equipadas con un retrete el cual estaba ubicado en este módulo dando solución al soporte vital de la tripulación. Se trata de un espacio intermedio entre la cápsula y el exterior debido a que podía entenderse como una nueva versión de la *esclusa Volga* ya mencionada en la Voskhod 2. Esta nueva apertura estaba integrada en la cápsula y permitiría realizar paseos espaciales. Se decidió no equipar a los astronautas con trajes protectores visto que las cápsulas recientes no habían sufrido problemas de despresurización en su interior. (Zak, 2019a)

El **módulo de descenso** se compone del espacio en el que los astronautas ocupan sus asientos para la realización de las maniobras de la cápsula, la reentrada y el descenso (figura 134). Todos los instrumentos y controles se encuentran en este módulo, así como el soporte vital de emergencia de los astronautas (figura 135). También contiene los paracaídas necesarios para el descenso y los de seguridad.



Figura 134: Diseño interior del módulo de descenso de la Soyuz T por Galina Blashova, 1970.



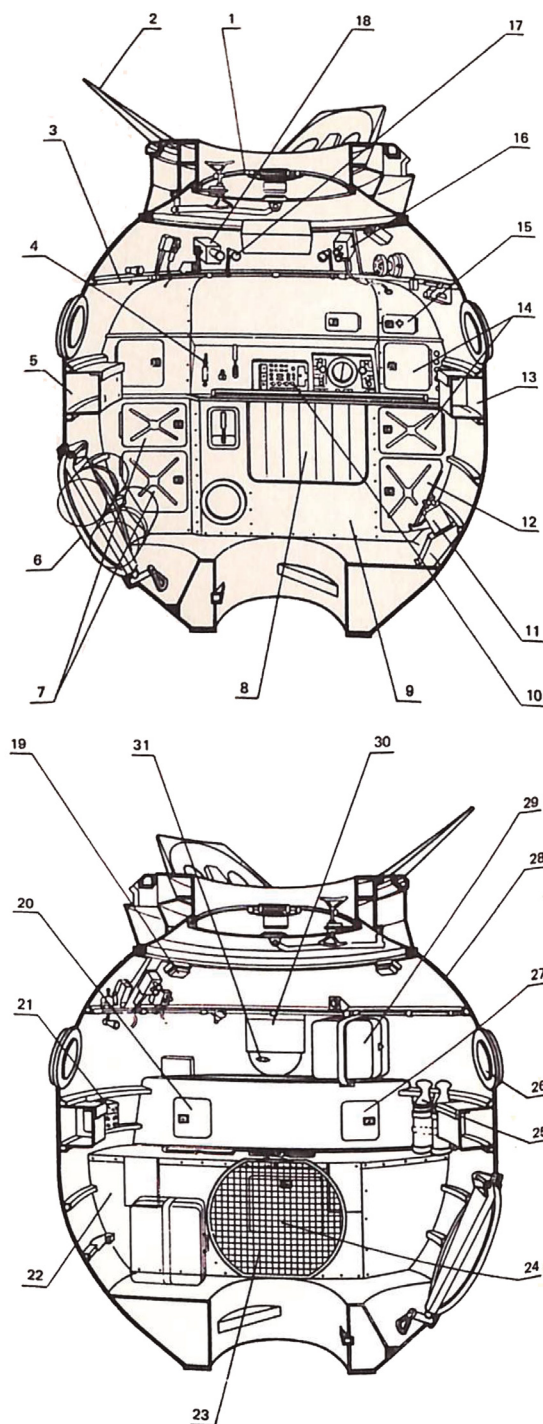
Figura 135: Interior del módulo de descenso de la Soyuz T, 1983.

Los revestimientos de los asientos están hechos a medida para que se adapten al cuerpo de cada persona. Por este motivo, siempre lo llevan con ellos, debido a que forma parte de un objeto personal de la tripulación. Este tipo de asientos se llaman *Kazbek* y no solo se adaptan al cuerpo, sino que reciben el impacto de la cápsula cuando se produce el descenso, a consecuencia de que este tipo de cápsulas no contaban con sillas de eyección.

Las dimensiones de este módulo son de 3,9 metros cúbicos, un peso de 2,8 toneladas. Dado que es el único espacio que cuenta con una protección térmica, solo este sobrevive a la reentrada.

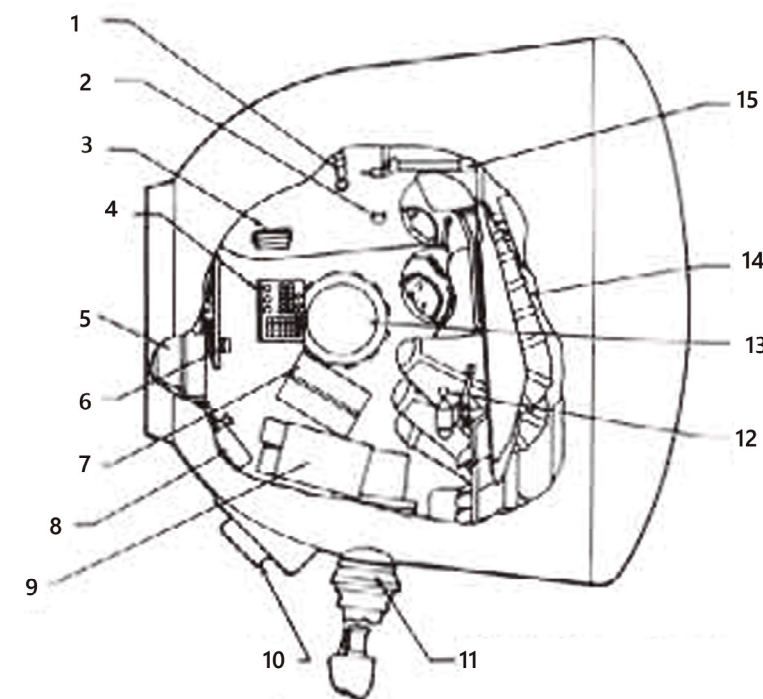
Por último, el **módulo de propulsión** contiene tres compartimientos, el intermedio, el de instrumento y el de propulsión. El módulo intermedio contiene los tanques de almacenamiento de oxígeno, los equipos electrónicos, comunicación y control. Los sistemas de guía y navegación se encuentran en el módulo de instrumento. El compartimiento de propulsión está compuesto por el sistema de control térmico, los paneles solares, el radiador y la conexión estructural con el cohete.

Actualmente se utiliza la Soyuz TMA que sustituye a la antigua Soyuz TM, la cual fue utilizada desde 1986 hasta 2002. Esta nueva versión puede alojar a un cosmonauta de 1,90 metros y 90 kilos, mientras que la anterior solo podía alojar a un astronauta de la misma altura, pero con un peso de 84 kilos. También admite a una persona que tenga unas dimensiones de 1,50 metros mientras que en la precedente la altura mínima era de 1,60 metros. (Wright, 2010)



- (Figura 136)
1. Obturador de la escotilla de entrada.
 2. Dispositivo de acoplamiento.
 3. Pasamanos.
 4. Suministro de agua.
 5. Contenedor de residuos.
 6. Escotilla de salida.
 7. Sistema de recolección de residuos.
 8. Mesa plegable.
 9. Servant.
 10. Panel de control
 11. Cámara.
 12. Instrumentos con cable de conexión.
 13. Almacenamiento de aparatos científicos.
 14. Contenedor de alimentos.
 15. Botiquín de primeros auxilios.
 16. Cámara.
 17. Iluminación de la cámara.
 18. Cámara Apollona.
 19. Iluminación del espacio de trabajo.
 20. Documentación a bordo.
 21. Caja de conexiones.
 22. Diván.
 23. Cubierta del suelo.
 24. Almacenamiento de cámaras, ropa de protección y sacos de dormir.
 25. Extintor de incendios.
 26. Ojo de buey.
 27. Contenedor para trajes espaciales.
 28. Revestimiento decorativo.
 29. Contenedor de equipos portátiles.
 30. Sensor de gas.
 31. Palanca de apertura para la cabina presurizada.

Figura 136: Diagrama del módulo orbital de la Soyuz 19, programa Apollo-Soyuz, 1975. Traducción propia.



- (Figura 137)
1. Lámpara portátil con fuente de alimentación independiente.
 2. Altavoz dinámico de la cápsula.
 3. Lámpara de iluminación del trabajo.
 4. Panel de control.
 5. Tapa de la escotilla.
 6. Lámpara con iluminación especial.
 7. Dispositivo de señal de mando.
 8. Cámara de televisión.
 9. Panel de instrumentos.
 10. Sistema de propulsión para el descenso.
 11. Dispositivo de observación.
 12. Control.
 13. Ventana.
 14. Asiento.
 15. Agarre del asiento.

Figura 137: Diagrama interior del módulo de descenso de la Soyuz 19, programa Apollo-Soyuz, 1975. Traducción propia.



Figura 138: Diseño inicial para el módulo orbital de la cápsula Soyuz, Galina Balashova, 1963.

4.3.1 Ergonomía

Las cápsulas estaban equipadas con dos módulos pensados para alojar a la tripulación en su interior. A diferencia de la Vostok y la Voskhod, la nave Soyuz disponía del módulo orbital el cual no solamente haría más cómodo el lugar, sino que daría solución a las diferentes necesidades vitales que se presentaban durante estancias de larga duración. El espacio interior, se dividió en dos según la moda soviética, el *servant* y el *diván*, que daba nombre al mobiliario más habitual en las salas de estar de esta época. El diseño del interior de las cápsulas fue proyectado por la arquitecta Galina Balashova (nacida en 1931), la cual tuvo un papel fundamental en el avance espacial:

"Convertí el compartimiento izquierdo de la escotilla de entrada en un **servant**, un gabinete con una mesa y espacio de almacenamiento para libros y otros objetos.

A lado del servant coloqué el baño el cual se veía como una pequeña butaca. También diseñé un **diván** en el compartimiento derecho de la escotilla de entrada el cual almacenaba en su interior partes del equipo"

Galina Balashova (Meuser, 2015: 26) (figuras 138-139)



Figura 139: Detalle del panel de control del módulo orbital de la Soyuz, Galina Balashova, 1964-1965.

Los diseños de Galina Balashova fueron aceptados de forma positiva por parte de S. Korolev, el cual únicamente propuso a la arquitecta unos diseños que fuesen más modernos.

Como ya se explicaba en el tema de utopías arquitectónicas, Sheverdyaev y Olenev, ambos alumnos de la escuela de arquitectura Vkhutemas a finales de los años veinte, fueron los profesores de Galina durante su estudio en la Universidad de arquitectura. Además, serían su referencia principal en los diseños de las cápsulas:

"Mis principales modelos a seguir que también fueron mi fuente de inspiración: Sheverdyaev y Olenev, mis profesores de la universidad, los cuales no solo tuvieron un gran impacto desde el punto de vista estético, sino que también me enseñaron a saber cultivar mis gustos y perseguir la armonía y las proporciones equilibradas. Estos fueron los principios que guiaron mi trabajo durante los proyectos espaciales."

Galina Balashova

(Meuser, 2015: 30)

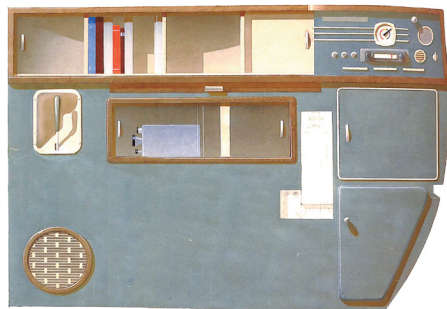


Figura 140: Diseño interior del espacio de trabajo para el módulo orbital, variante 1, Galina Balashova, 1964-1965.

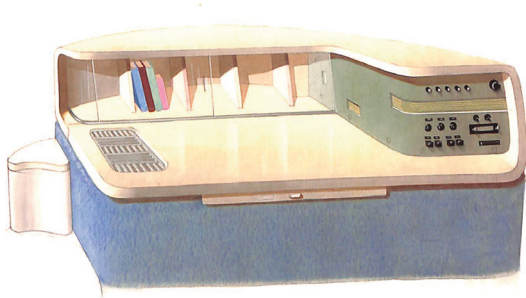


Figura 141: Diseño interior del espacio de trabajo para el módulo orbital, variante 2, Galina Balashova, 1964-1965.

Este módulo permitió un mayor movimiento a los astronautas y la realización de tareas vitales con una mayor privacidad, como, por ejemplo, ir al baño. El módulo orbital, el cual está conectado por medio de la esclusa situada en la parte superior del módulo de descenso, permite que tres astronautas se encuentren en su interior al mismo tiempo. A consecuencia de las diferencias que encontramos en las Soyuz, dado que abarcan un período de tiempo desde 1960 hasta 1975 en la carrera espacial, y la experiencia que fue ganando Galina en su trabajo, se van a analizar a continuación las diferencias en las distintas propuestas que se realizaron. Se apreciará el uso de materiales y tendencias diferentes según el tiempo en el que fue propuesta la idea.

Galina tenía un concepto fijo a la hora de proyectar. Separaba en dos espacios el módulo orbital, el *diván* y el *servant*, los cuales podían variar según el material o el color, pero nunca se alteró la posición de estos en el interior. Desde la primera idea (figura 138), se aprecia el concepto de separar el espacio en dos. Esta propuesta era muy utópica debido a que se planteaba el módulo como si fuese un espacio interior de una vivienda rusa. El asiento o diván a la derecha da respuesta a la necesidad de disponer de un lugar dedicado al descanso. Los cuadros y revistas colgados en la pared recuerdan al interior de un barco, al igual que el acabado de los muebles en madera. A la izquierda encontramos un asiento que representa el baño, el cual se encuentra integrado en el conjunto interior. Los muebles en madera de este primer diseño (figuras 140-141) nos da a entender, gracias también a los libros apilados, el uso que se daría a este espacio. Con esta acción nos describe el uso según el lugar, el trabajo se encontraría en el módulo de descenso y el descanso en el orbital. Esta solución que plantearía Galina no se realizó a causa de que no respondía a cuestiones técnicas y de comodidad en el espacio debido a la ingravidez. Aun así, los diseños que veremos a continuación fueron mejorados y son los que finalmente serían realizados. Para estos lugares se tenía que tener en cuenta no únicamente la ingravidez, sino que, por cuestiones técnicas, los astronautas debían hacer uso de trajes espaciales que duplicaban el espacio personal necesario. Aun así, los astronautas una vez estuviesen en órbita podían cambiarse el traje y optar por ropa más cómoda.



Figura 143: Detalle de silla *Kazbek* con el forro en azul.



Figura 144: Detalle de fabricación de la silla *Kazbek*.

Figura 142: Interior del módulo de descenso de la Soyuz. Página 138.

El sistema de silla *Kazbek* para la cápsula Soyuz (figura 142) se tuvo que diseñar teniendo en cuenta que los astronautas debían permanecer en el interior en el descenso. Por esta razón, se desarrolló un sistema de amortiguación, el cual iría en el reposacabezas, dejando fija la parte inferior y sin amortiguación. (Рабинович, 2014)

Este nuevo asiento minimizaría los riesgos de sufrir lesiones en el interior tras el aterrizaje debido al conjunto de amortiguadores y a que se trataba de un accesorio personal realizado a medida. El forro de la silla se adapta de forma ergonómica al astronauta (figura 143). Para ello, en el proceso de fabricación artesanal el cual se sigue utilizando en la actualidad, se sienta al astronauta en un molde con la posición que tiene en el asiento de la cápsula y se rellena con yeso (figura 144). Se añadirán tres centímetros a lo largo de la espina dorsal a consecuencia del crecimiento de esta durante el periodo con falta de gravedad. De esta manera se aseguran de que la silla se pueda adaptar al cuerpo de la persona en la reentrada. Acto seguido se procede al alisado del yeso, teniendo como resultado el forro final de cada astronauta.

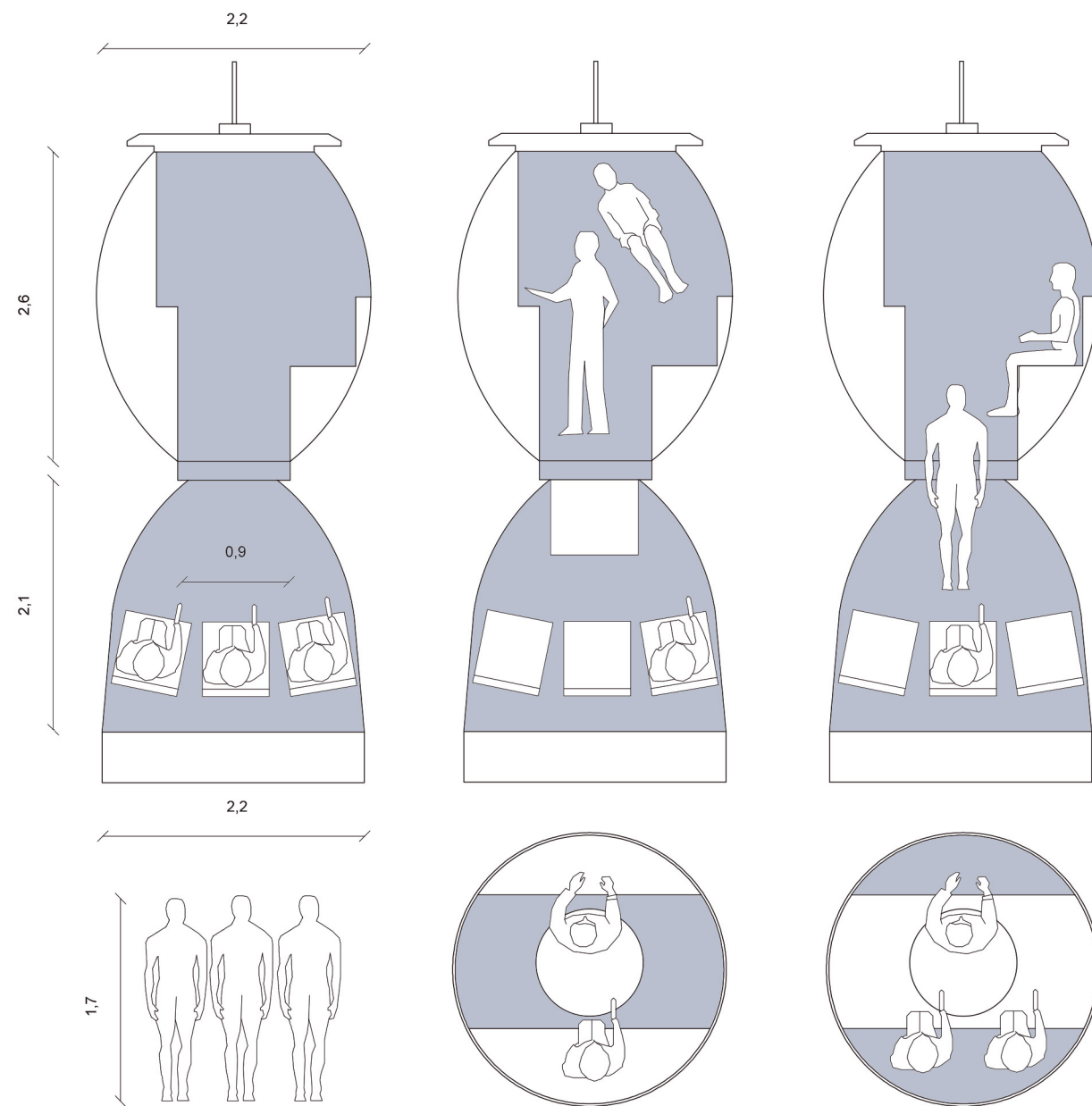


Figura 145: Ergonomía interior de la cápsula Soyuz. Medidas en metros. Fuente propia.

4.3.1 Ergonomía de la Soyuz TK-OK

Fue desarrollada en el año 1963, teniendo como diseñador jefe a Sergei Korolev, y aprobada en 1964 (figura 146). Estaba diseñada para tres cosmonautas. La superficie inferior, la base, de esta cápsula se encuentra pintada en verde para ayudar a la ubicación de los astronautas. Los muebles se realizaron en madera y el baño se trata de un pequeño asiento al lado del *servant*. La presentación del interior con los detalles del calendario y las ventanas, así como las persianas, el dispensador de agua en forma de botella e incluso la forma de la iluminación, nos recuerda a un espacio cotidiano de una casa soviética. La solución técnica para hacer frente a la ingravidez no se aprecia aún en estos modelos. (Figuras 148-149)

4.3.1 Ergonomía de la Soyuz T

Esta cápsula fue diseñada para ser usada entre los años 1978 y 1986. Aunque sería utilizada durante los años ochenta, se proyectó a finales de los años sesenta (figura 147). Estaba pensada para tres astronautas con uso de trajes espaciales. Este diseño se realizó con materiales más técnicos que sustituyeron a la madera. Se propusieron dos colores diferentes para indicar la superficie y el tema de la iluminación artificial se tuvo en consideración. En este modelo no se aprecia el espacio para el baño, debido a que a partir de estos diseños se decidió ocultarlo en un compartimento. (Figuras 150-153)

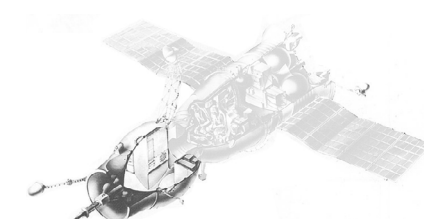


Figura 146: Soyuz TK-OK, indicando el módulo orbital de Galina Balashova, 1963. Diagrama propio.

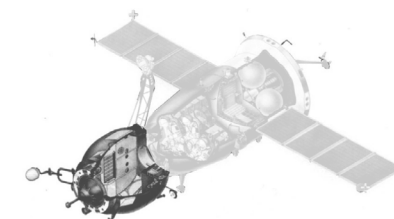


Figura 147: Soyuz T, indicando el módulo orbital de Galina Balashova, 1978. Diagrama propio.

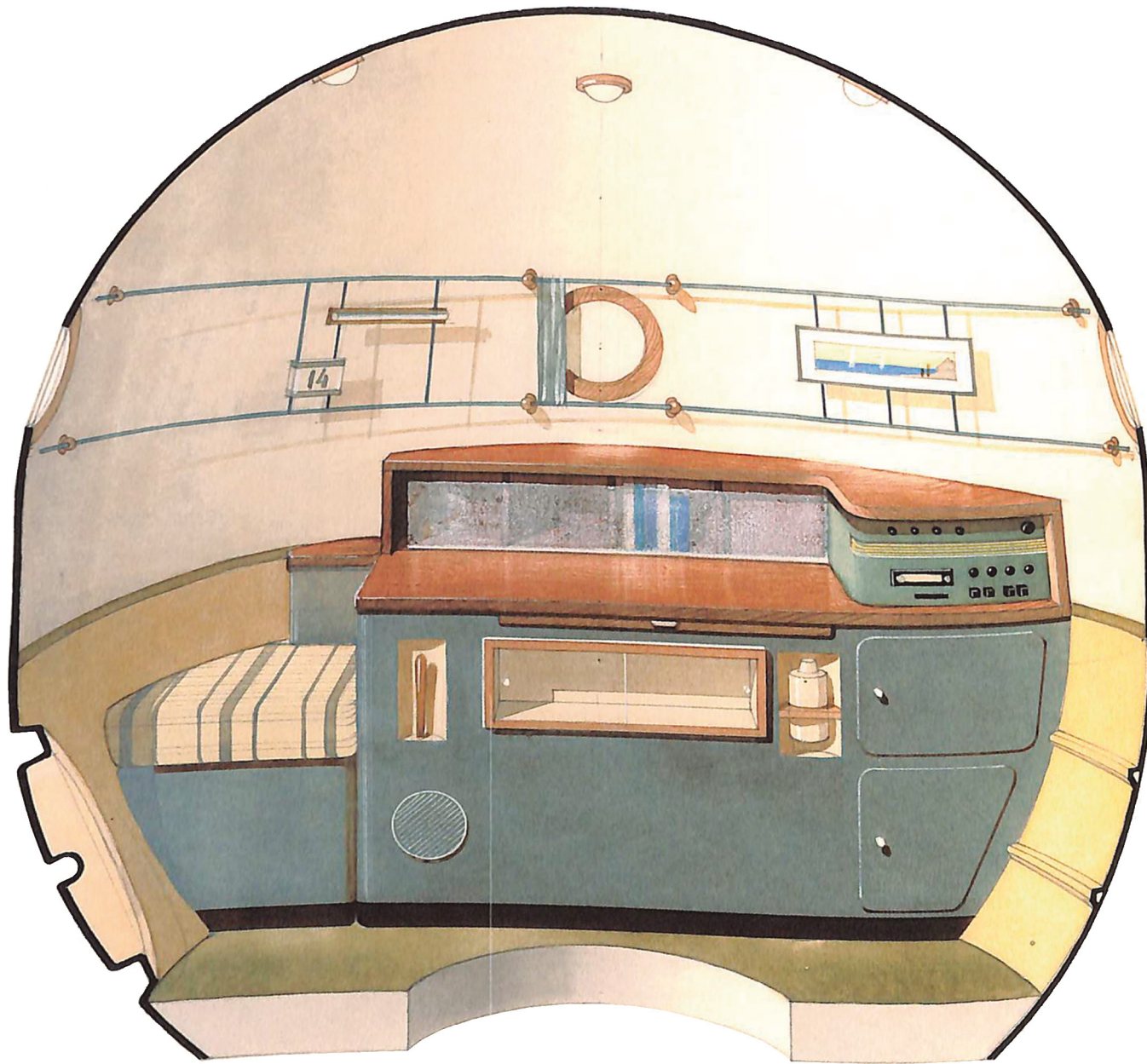


Figura 148: Servant de la Soyuz TK-OK, diseño final aprobado por Sergei Korolev, Galina Balashova, 1964.

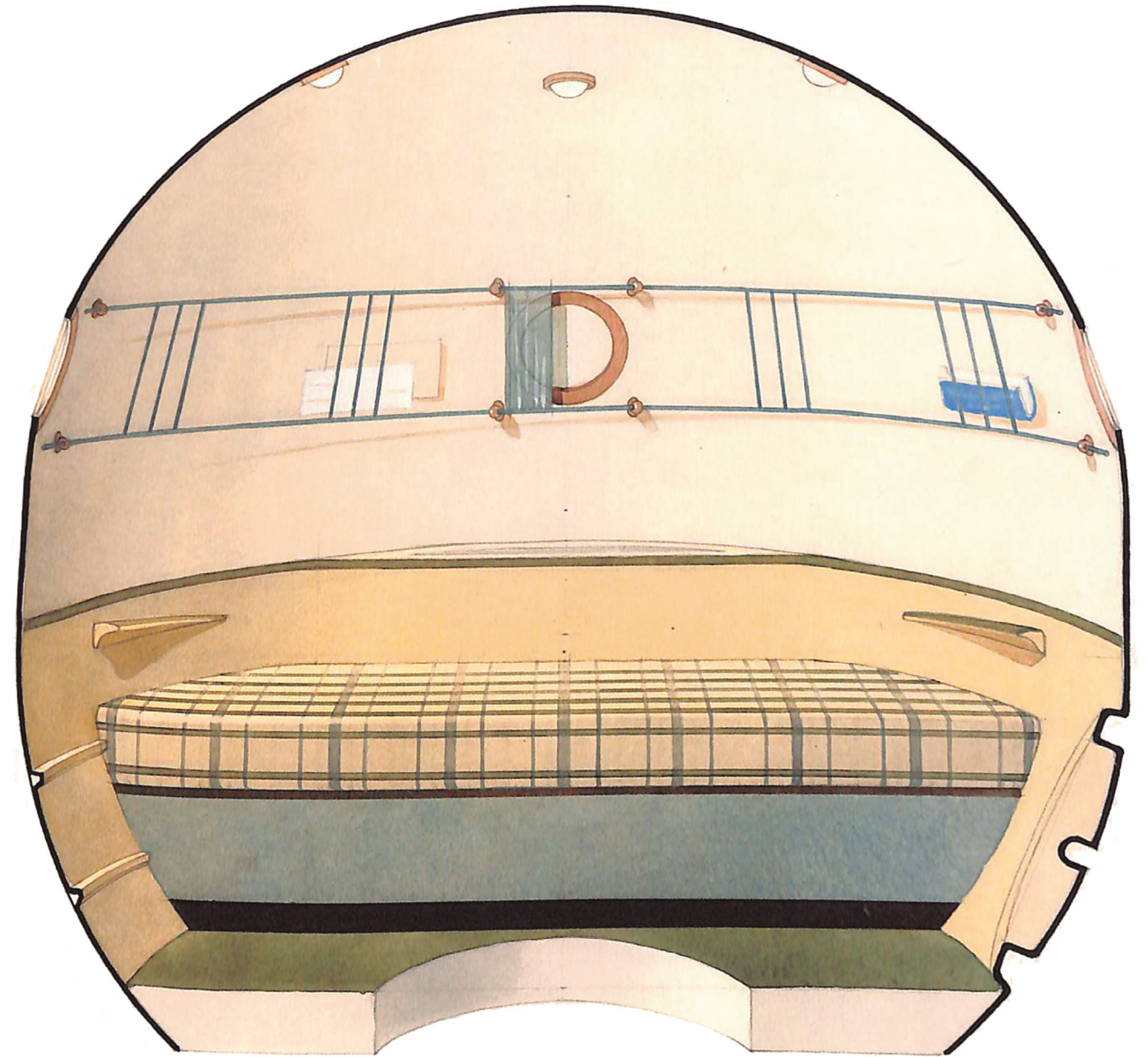


Figura 149: Diván de la Soyuz TK-OK, diseño final aprobado por Sergei Korolev, Galina Balashova, 1964.

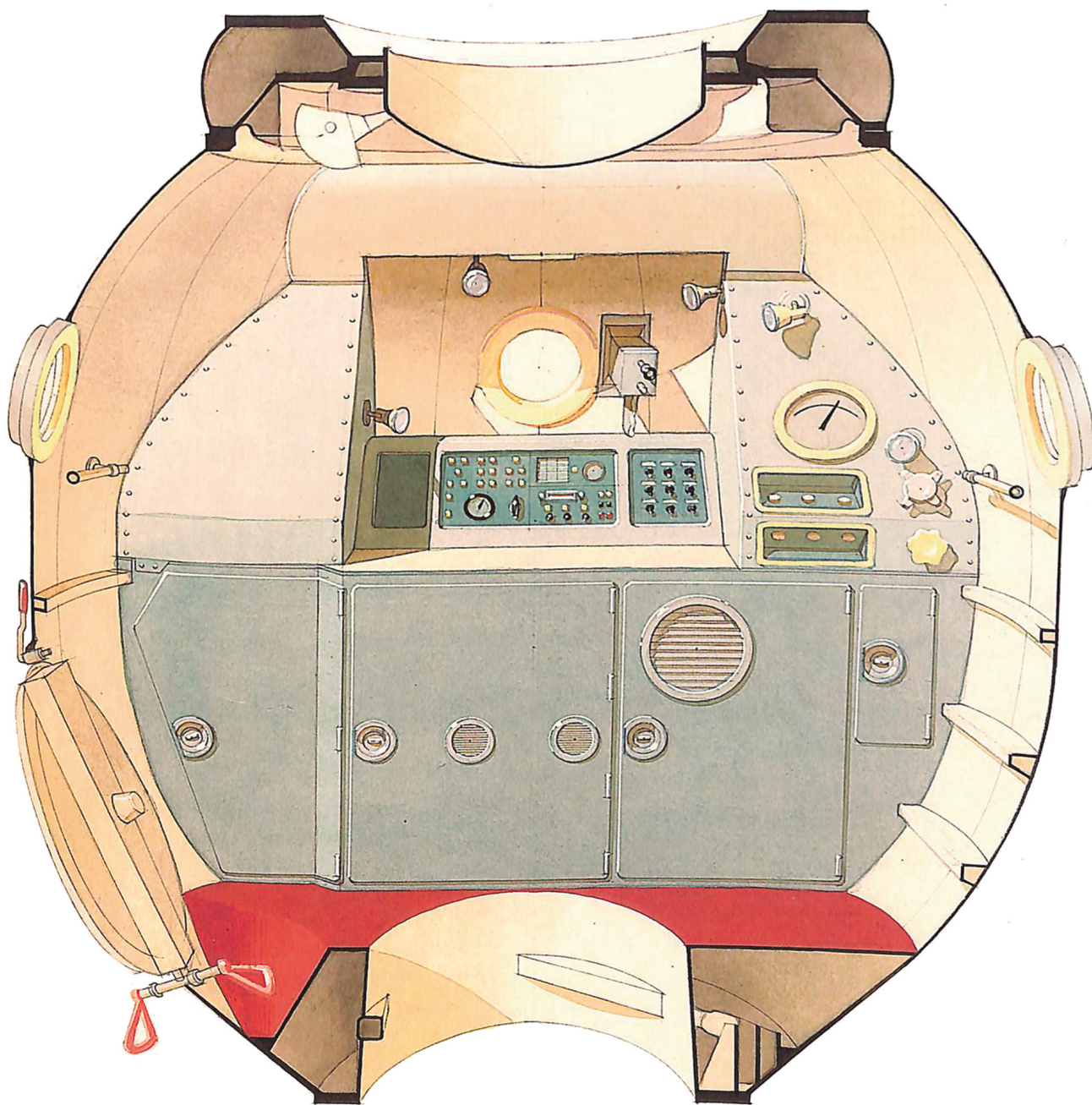


Figura 150: Servant de la Soyuz T, propuesta inicial, Galina Balashova, 1970.

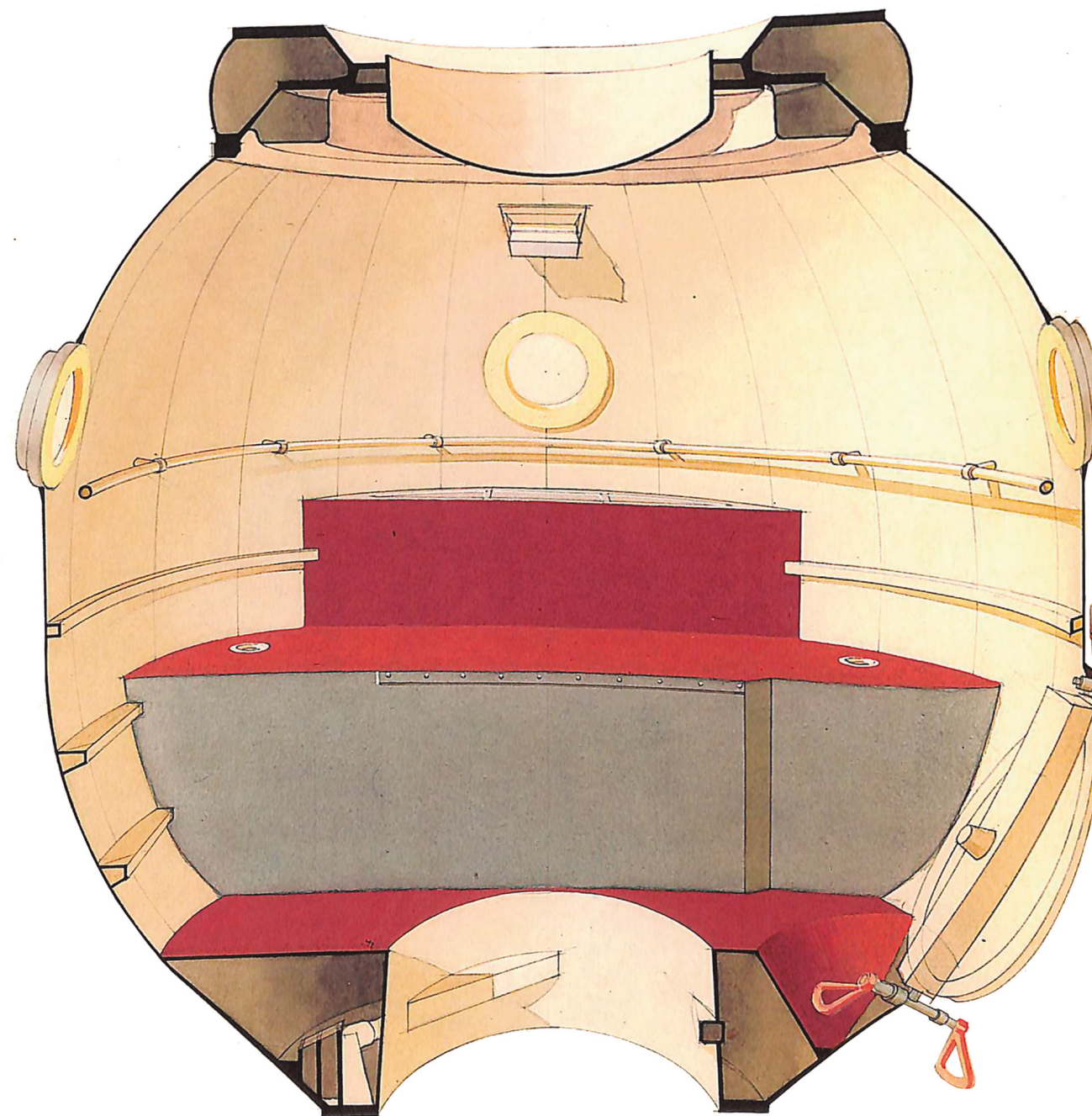


Figura 151: Diván de la Soyuz T, propuesta inicial, Galina Balashova, 1970.

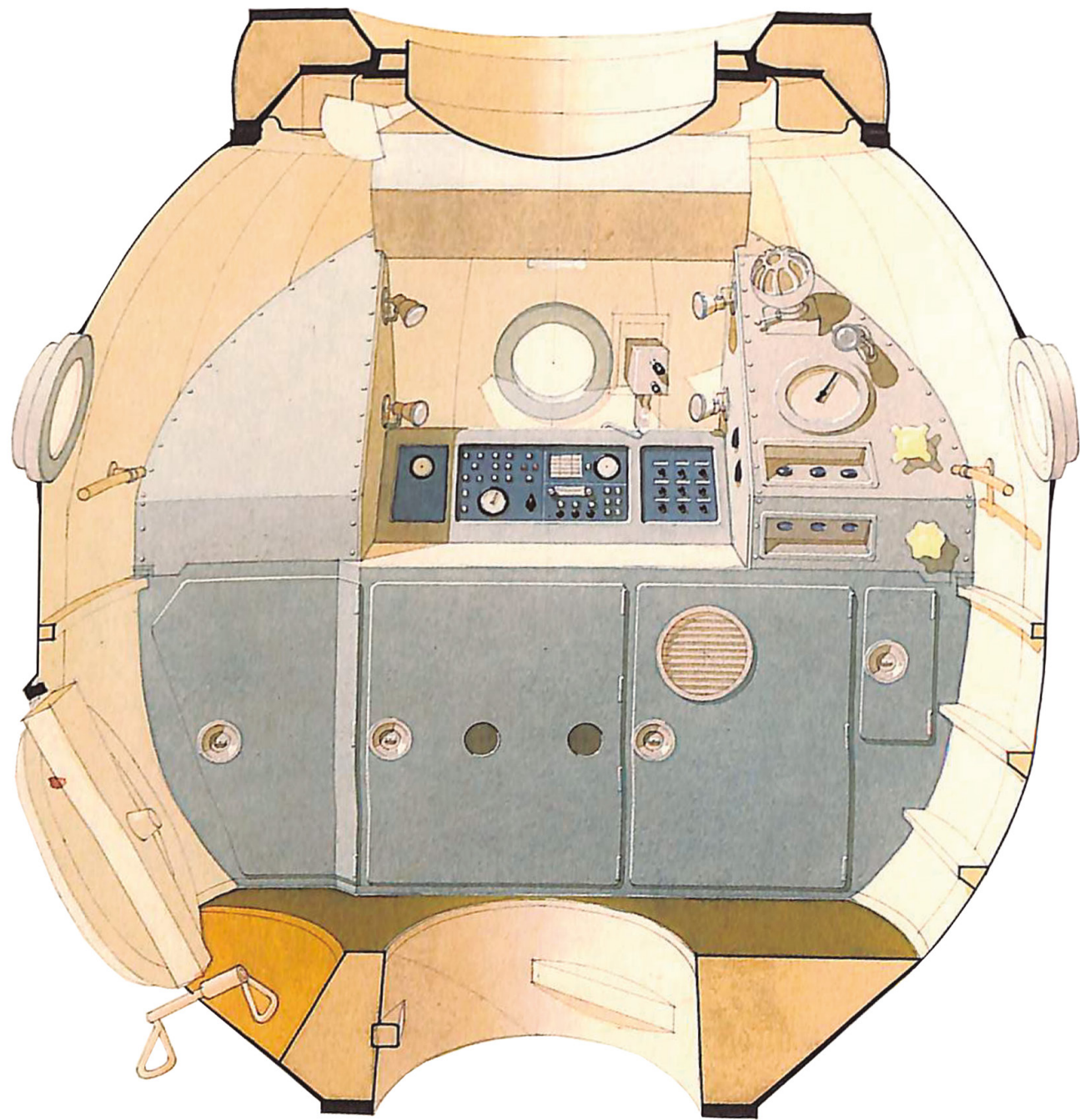


Figura 152: Servant de la Soyuz T, disseny final, Galina Balashova, 1971.

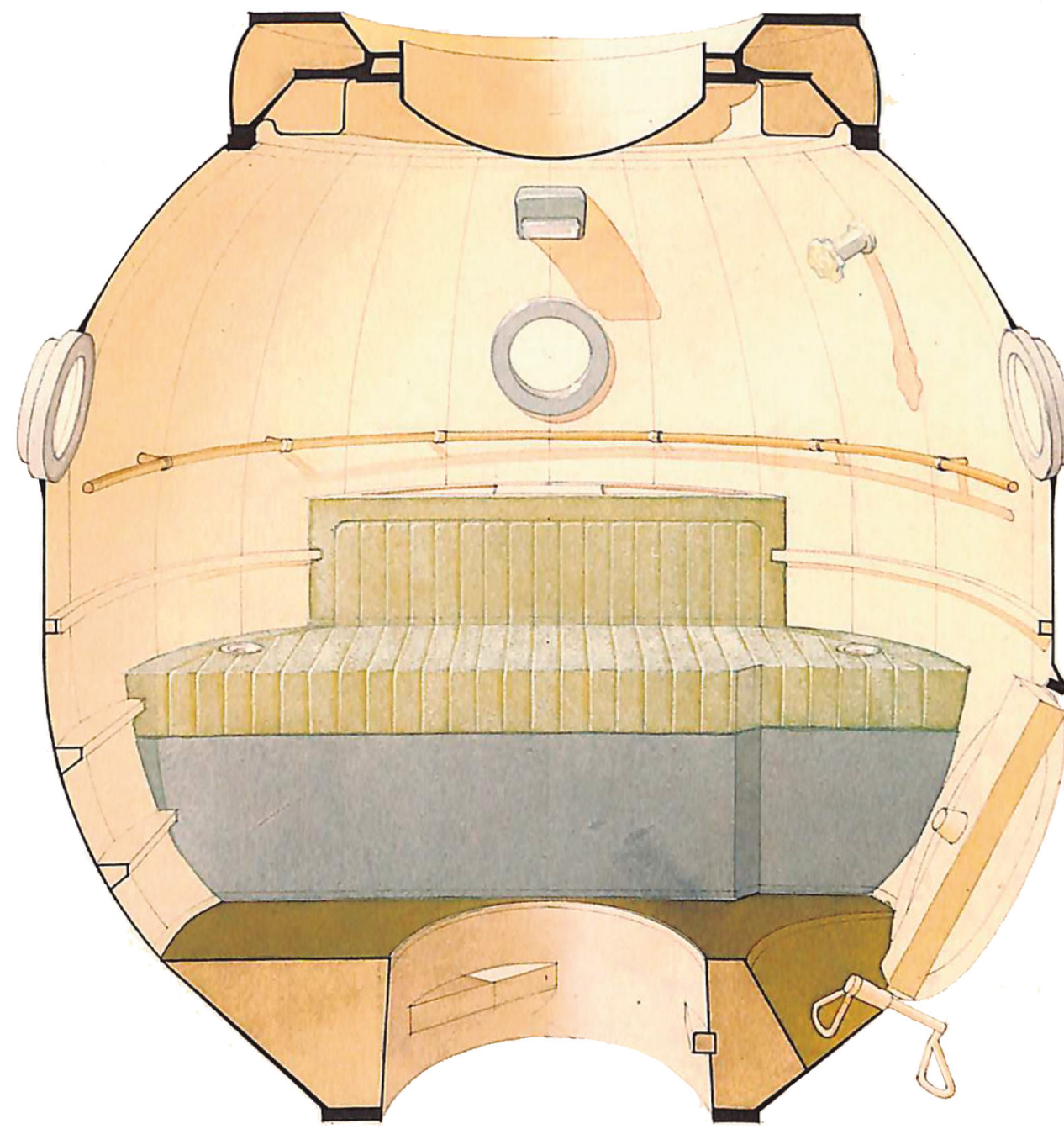


Figura 153: Diván de la Soyuz T, disseny final, Galina Balashova, 1971.

La nave Soyuz fue diseñada con motivo de la exploración de la Luna, a consecuencia de que estaba pensada como el lugar de entrenamiento y de experimentos previos al lanzamiento final de la misión tripulada al Satélite. Esta misión no tuvo lugar debido a que los americanos lanzaron la Apolo, consiguiendo llegar antes. Las actividades que se podían llevar en su interior (figura 154) eran variadas dado que el módulo orbital era complejo y ofrecía varias posibilidades de uso. Una de las prácticas que más se realizaron fueron los paseos espaciales entre dos cápsulas Soyuz acopladas.

En el módulo de descenso, a consecuencia del poco espacio y de la dimensión de las sillas Kazbek, las actividades que se podían realizar en el interior de este módulo se centraban en tareas técnicas y de control, así como de despegue y descenso. Quizás, uno de los grandes problemas que tuvieron en esta cápsula fue la distancia entre los mandos de control y la posición de la silla, haciendo casi imposible alcanzar los comandos desde el asiento. Por esta razón, los astronautas tenían que hacer uso de un objeto metálico en forma de barra para poder pulsar los comandos. Es llamado *stick* de manera coloquial (figura 155).

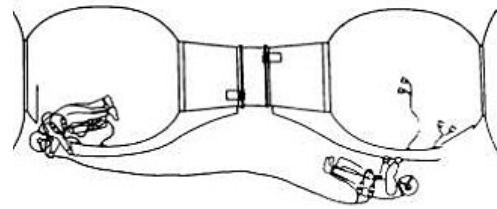


Figura 154: Diagrama del paseo espacial entre las cápsulas Soyuz 4 y 5, 1969.



Figura 155: Detalle del palo "stick" metálico para hacer uso de los controles del módulo de descenso de la Soyuz.



Figura 156: Fotograma del módulo orbital de la cápsula Soyuz 4, detalle de barandilla y material de lectura, 1969.



Figura 157: Fotograma del módulo orbital de la cápsula Soyuz 4, detalle de ventana, 1969.

4.3.1 Actividades

Las actividades que se podían realizar en el módulo orbital eran variadas. Las primeras Soyuz, la cuatro y la cinco, tenían como misión el traspaso de una cápsula a otra realizando una EVA. Para poder acceder al exterior, los astronautas hacían uso de una esclusa que se encontraba en la parte inferior del módulo orbital. El dispositivo del baño funciona a modo de aspirador el cual se conecta a un depósito de residuos que se encuentra escondido en un departamento del módulo. El espacio interior permite también comer, dado que cuenta con un contenedor de alimentos y con una mesa (figura 156). En diseños posteriores se añadiría una mesa plegable, la cual daría solución a la necesidad de comer sentado por razones psicológicas. Dado que se podían hacer EVA, necesitando trajes especiales para ello, había un espacio que funcionaba como pequeño contenedor debajo del diván. El espacio del diván se usó mediante sacos de dormir como espacio de descanso. Las ventanas complementan este espacio debido a que estaban compuestas por una tapa a modo de persiana para el descanso (figura 157).

4.3.1 Materiales

Los materiales que se usaron para esta cápsula fueron detallados y escogidos de forma meticulosa por Galina Balashova. Estos no serían únicamente utilizados en la cápsula Soyuz, sino que posteriormente se utilizarían para el conjunto de la estación espacial MIR y para los prototipos de las cápsulas espaciales del programa lunar. Entre estos materiales se puede destacar el uso de tela y piel para los paneles de la parte superior, metal para el pasamanos y esmaltado para algunos detalles del interior. Aquellos que más destacan son el bucle de nylon, la polipiel, la piel y el esmaltado (figura 158). Estos debían responder a factores técnicos dado que no se podía usar excesivo adhesivo para el montaje, este aumentaría el peso de la nave, provocando problemas tecnológicos. Por este motivo, se usó de manera generalizada el bucle de nylon que además daría respuesta a la necesidad de mantener a los astronautas sujetos en una superficie. Este material se utilizó en los pantalones de los astronautas, de esta manera se aseguraban su sujeción al mobiliario una vez estuviesen en ingravidez.

4.3.1 Colores

Galina Balashova propuso una diferencia de tonos que hiciese más fácil la orientación de los astronautas según la ubicación arriba o abajo. Los colores en muchas ocasiones se vieron condicionados a que el material se pudiese teñir de la tonalidad deseada. La solución de dar un color diferente según fuese *arriba* o *abajo* se mantuvo hasta el final de sus proyectos. Los más usados, gracias a la experiencia de las cápsulas anteriores, fueron los tonos verdes, amarillos y azules, así como las diferentes tonalidades provenientes del gris debido al uso de metal en el interior. Estos debían hacer del espacio un lugar cómodo dado que el tiempo pensado para permanecer en el espacio se incrementó. La decisión de las tonalidades estuvo condicionada por su reflejo ante una cámara, teniendo en cuenta que el verde se percibe de mejor en televisión mientras que el rojo se ve negro.

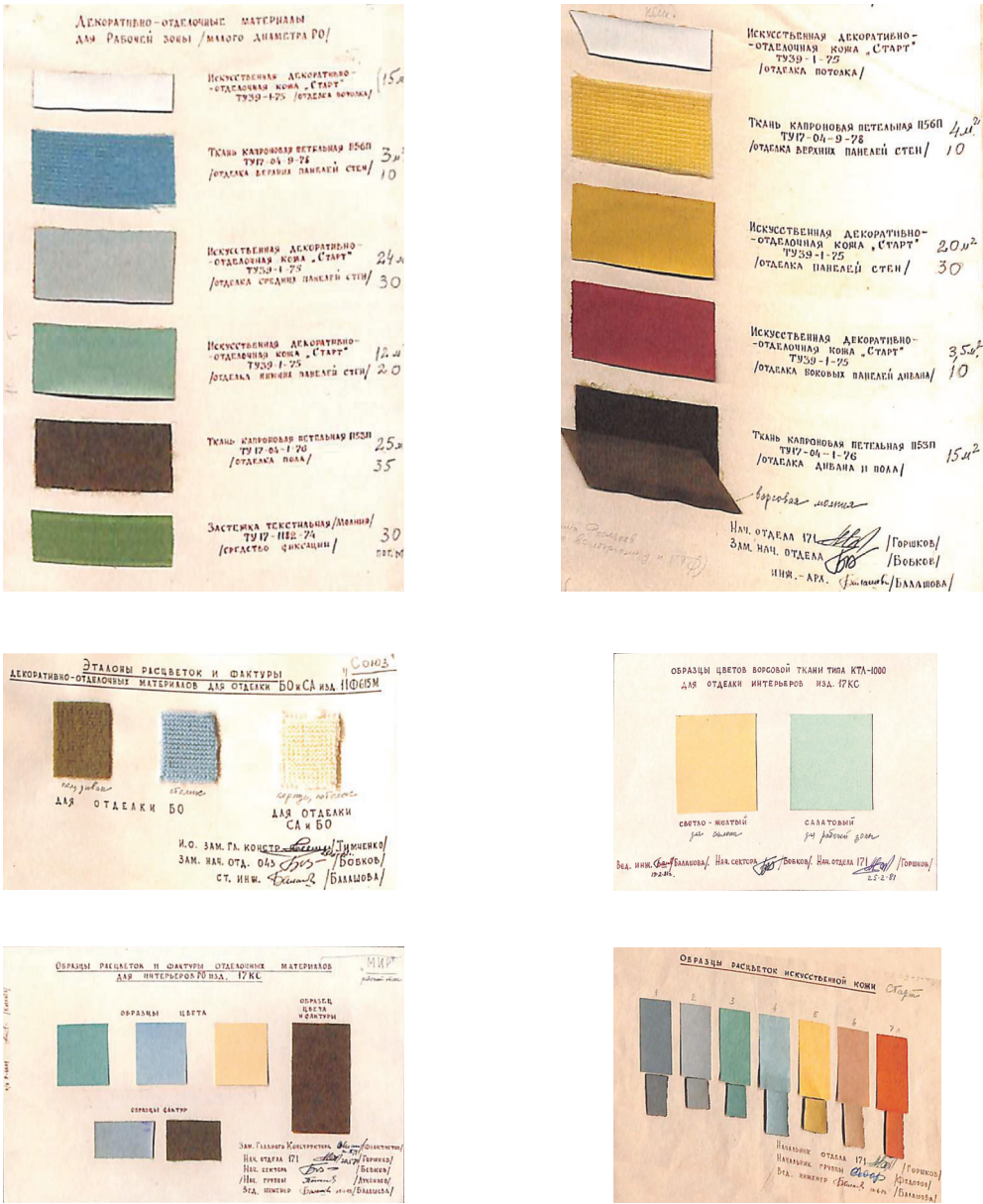


Figura 158: Detalle de los diferentes materiales utilizados y de los rangos de colores propuestos por Galina Balashova.

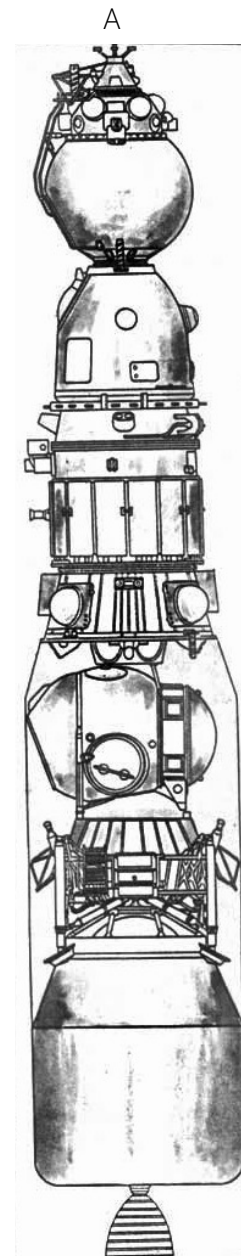
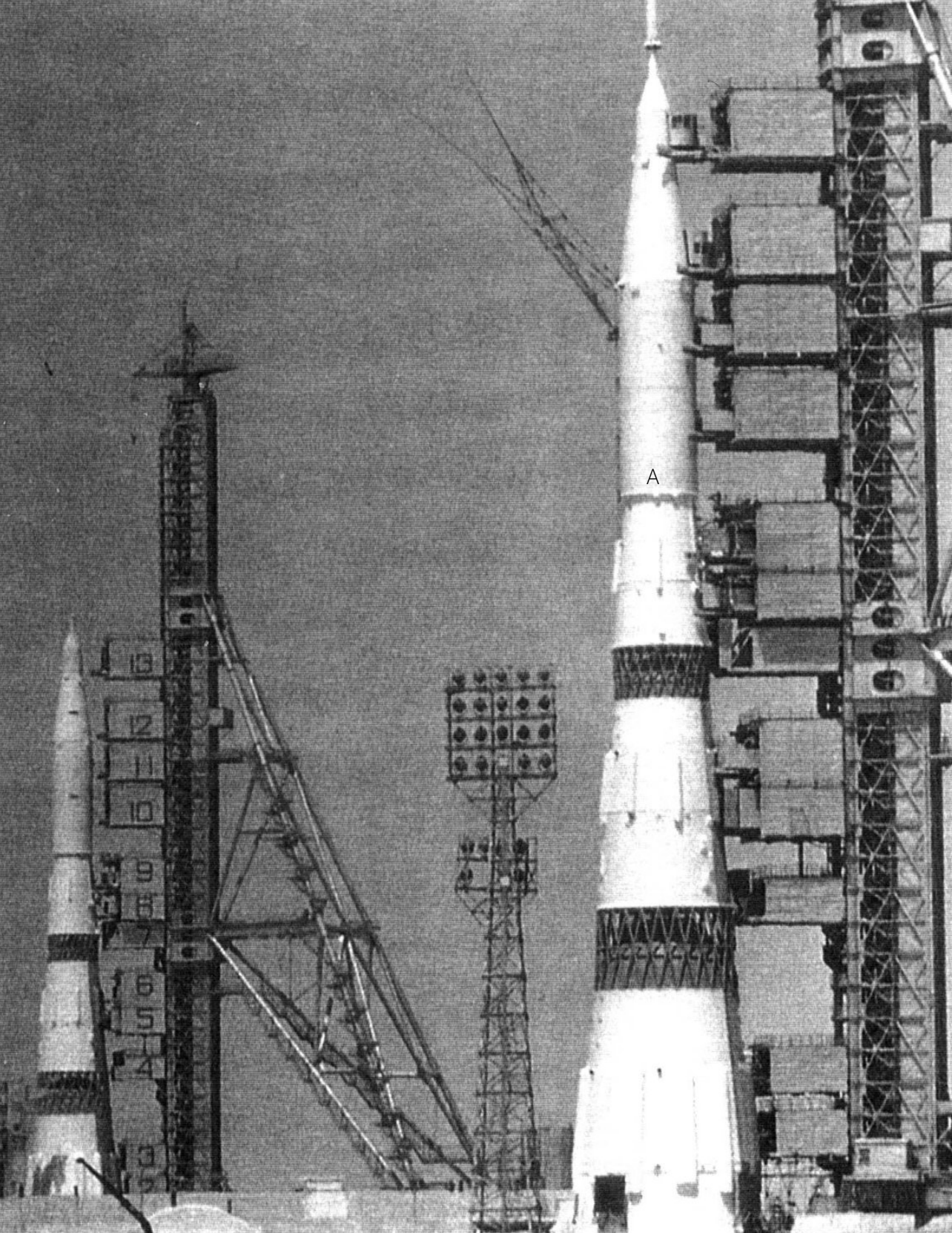


Figura 160

4.3.1 Programa Luna de Rusia con el LOK y LK

El módulo lunar LOK (módulo orbital) fue diseñado también por Galina Balashova bajo las directrices de Sergei Korolev. Este espacio respondía a una estancia prolongada en órbita, mientras que el LK (módulo lunar de descenso) respondía de forma más sencilla a una estancia mínima en superficie sólida.

El módulo lunar soviético tenía como fin el aterrizaje de una persona en la esfera lunar. Tuvo algunas pruebas con bastante éxito, pero nunca llegó a ponerse en marcha debido a que el refuerzo del cohete N1 presentó varios fallos en su puesta en órbita. De esta manera la Unión Soviética retrasó su funcionamiento durante la carrera espacial. A diferencia del americano, el LOK no tenía una esclusa que facilitase la conexión directa al LK, por tanto, tenían que acceder desde el LK al LOK mediante una EVA (Actividad extravehicular). El cohete contaba con cuatro módulos diferenciados (figura 159), siendo uno de ellos el módulo presurizado, es decir, la cápsula dónde haría vida el astronauta.

Los ingenieros Sergei Korolev, Vladimir Chelomei y Valentin Glushko fueron los encargados del diseño de los módulos lunares, siempre con diferencias entre ellos. Chelomei, en el año 1963, presenta su proyecto del módulo LK-3. Este se trataba de un vehículo diseñado para dos cosmonautas a diferencia de su hermano el LK, el cual estaba pensado únicamente para uno.

El cohete N1 estaba compuesto por una cápsula Soyuz llamada LOK (Lunova Orbitalny Korably en o módulo orbital) la cual debía permanecer en la órbita lunar durante el tiempo de la misión y desprender el LK (Lunnyi Korabl o módulo lunar) (figura 160).

Figura 159: Dos cohetes N1 L3 preparados en el cosmódromo. Se indica con una A dónde se sitúa la figura 160, 1969.

Figura 160: Detalle de posición del LOK y el LK en el interior del cohete N1 L3. En la parte superior se encuentra la cápsula Soyuz LOK seguida en la parte inferior del módulo lunar de descenso LK.

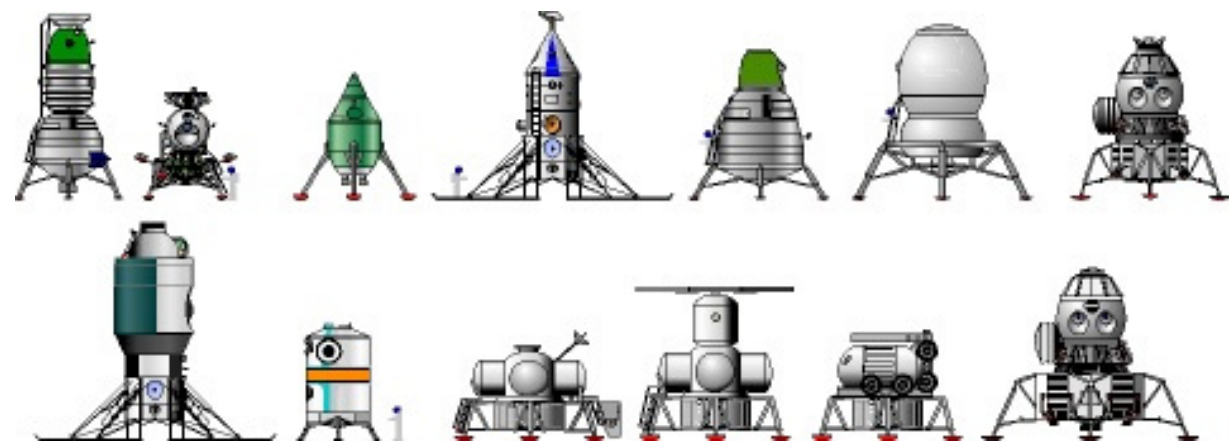


Figura 161: Prototipos para los diferentes módulos lunares propuestos en la Unión Soviética.

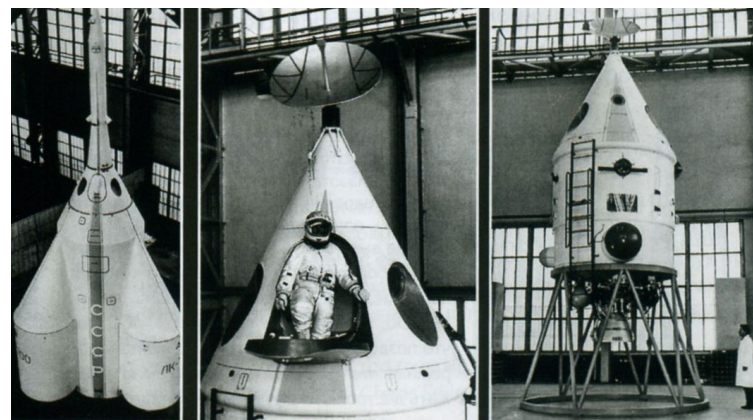


Figura 162: Detalle del proyecto módulo lunar Lk-700, prototipo no elegido.

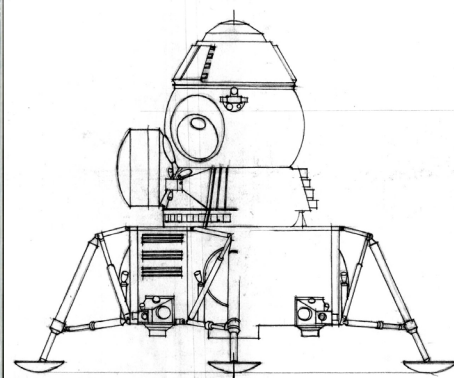


Figura 163: Detalle del LK, proyectado en su interior por Galina Balashova. 1964-1968.

La misión lunar estaba pensada para que una cápsula LOK estuviese orbitando alrededor de la Luna, después uno de los astronautas tendría que hacer un paseo espacial trasladándose al módulo lunar LK que sería el que descendería a la superficie de la Luna. Esta misión estaba pensada para un tiempo de tres días con un total de dos astronautas. Uno sería enviado a la superficie lunar en el interior de la LK mientras que el otro esperaría orbitando. Por seguridad se decidió que sería lanzada una cápsula extra a la superficie lunar en caso de que la usada por los astronautas sufriera algún daño, asegurando así la posibilidad de regresar a la Tierra.

Hubo varios modelos propuestos para el módulo lunar (figuras 161-162), siendo finalmente el LK el elegido por Galina para diseñar el interior (figura 163), en virtud de que, quizás la forma esférica le era familiar a la hora de proyectar en el interior.

La cápsula LOK estaba separada en módulos al igual que veíamos en la Soyuz. El módulo descenso respondía a cuestiones técnicas. Por otro lado, el módulo orbital se planteó como un espacio para dos personas, obteniendo soluciones variadas. Nos encontramos con un interior compuesto por sillas metálicas, paneles azules en las paredes y un suelo de un color amarillo. El espacio estaba compuesto por dos asientos en una de las secciones mientras que en la contraria se encontraba el lugar dedicado al trabajo. Galina pensó estas áreas en tres secciones según su uso y privacidad: el espacio de dormir, el baño y los sistemas de control. Los tonos que se usaron, el verde y amarillo, estaban pensados no solo para orientar a los astronautas, sino que pretendían ser colores que a la hora de grabar fueran favorables a la cámara. (Meuser, 2015: 25-46)

Todo el interior de la cápsula estaba compartimentado, haciendo que los muebles fuesen plegables y ganando de esta manera espacio interior. Esta solución haría mantener un orden de los objetos que acabasen flotando en el lugar debido a la ingravidez (figuras 164-172). Los muebles toman la forma curva del volumen, integrándose por completo y formando un espacio uniforme.

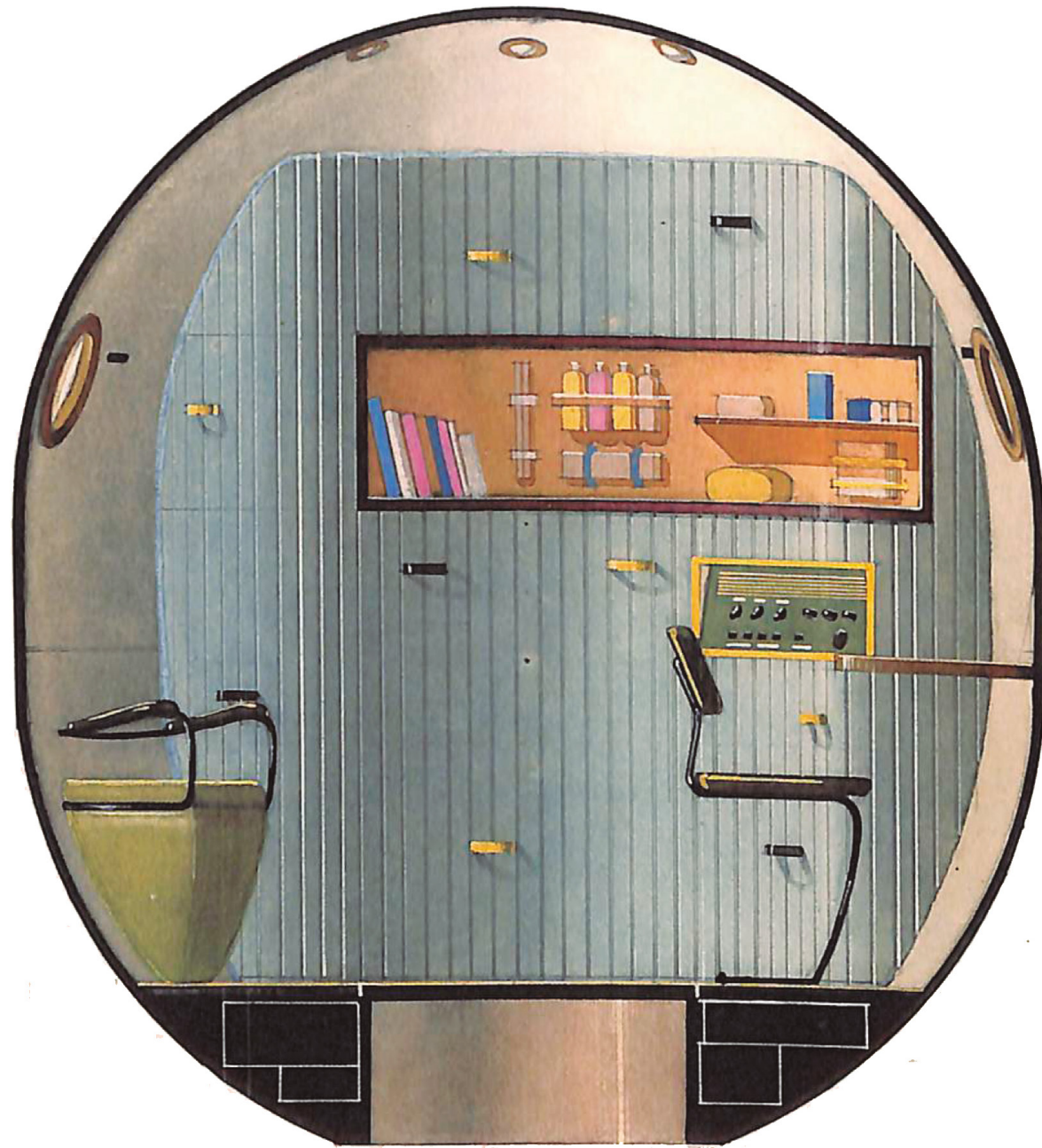


Figura 164: Sección inicial del interior del módulo orbital del LOK, Galina Balashova, 1966.

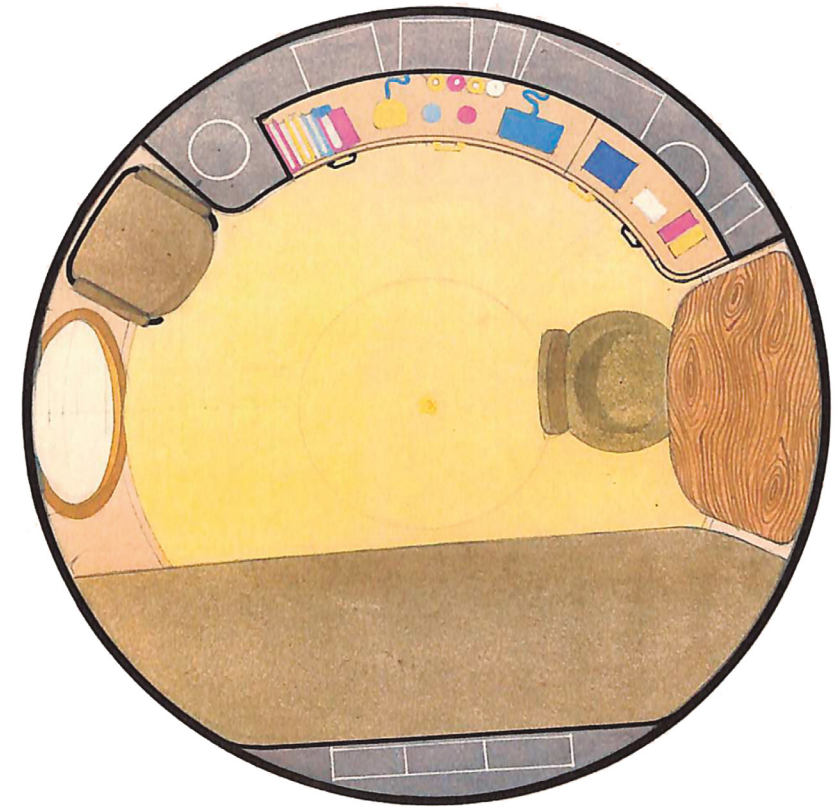


Figura 165: Dibujo de la planta inicial del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1966.

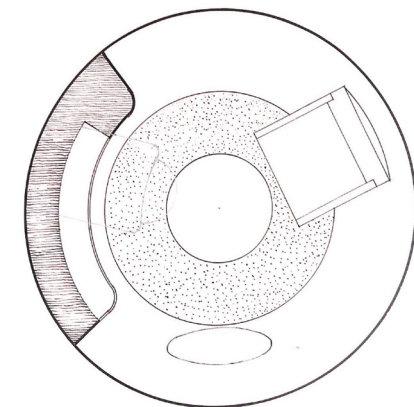


Figura 166: Dibujo de la planta del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1966.

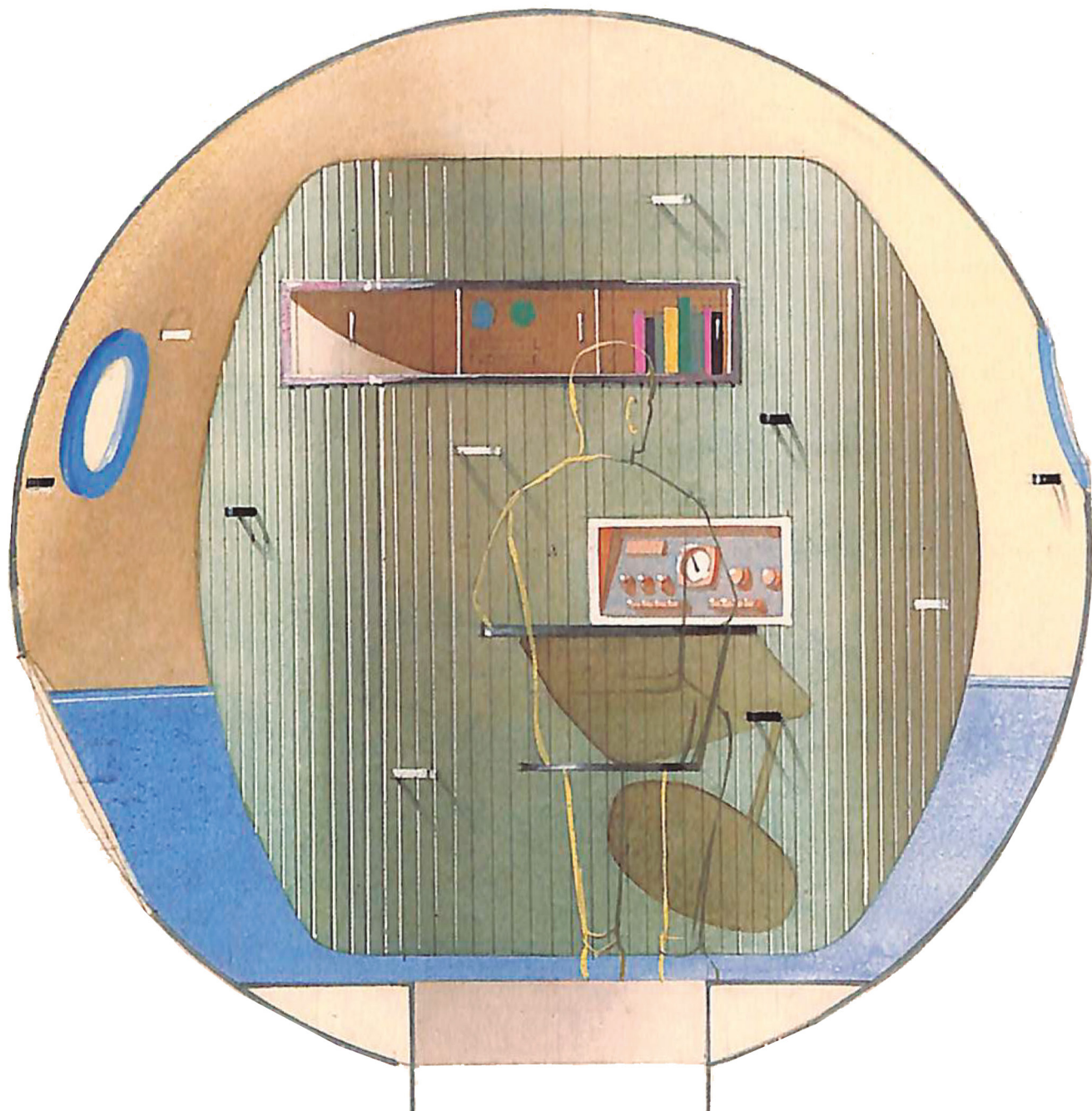


Figura 167: Sección inicial del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1966.



Figura 168: Sección inicial del interior del módulo orbital LOK con detalle de una persona en el interior, Galina Balashova, 1966.

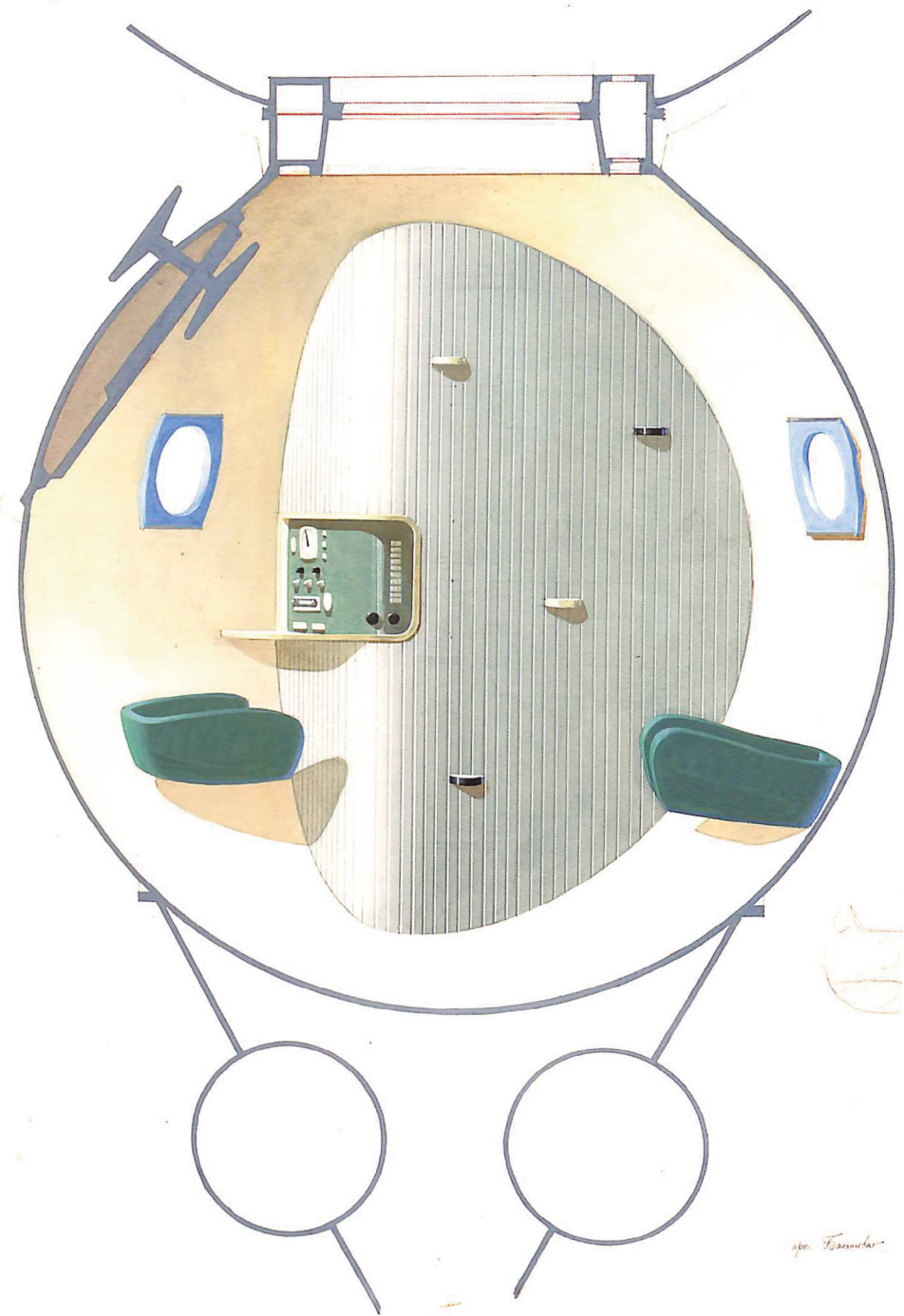


Figura 169: Sección inicial del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1967-1968.

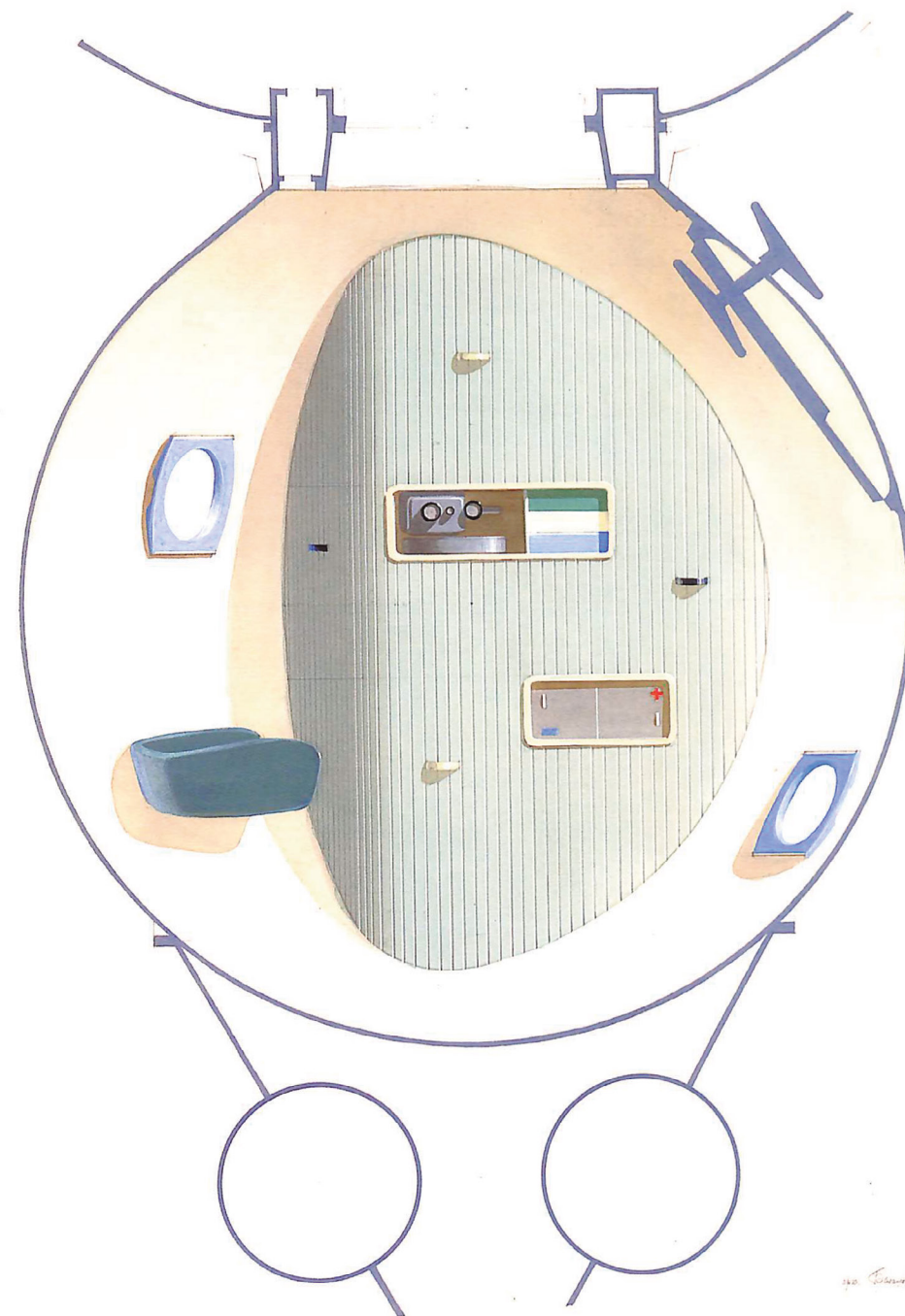


Figura 170: Sección inicial del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1967-1968.

A-A

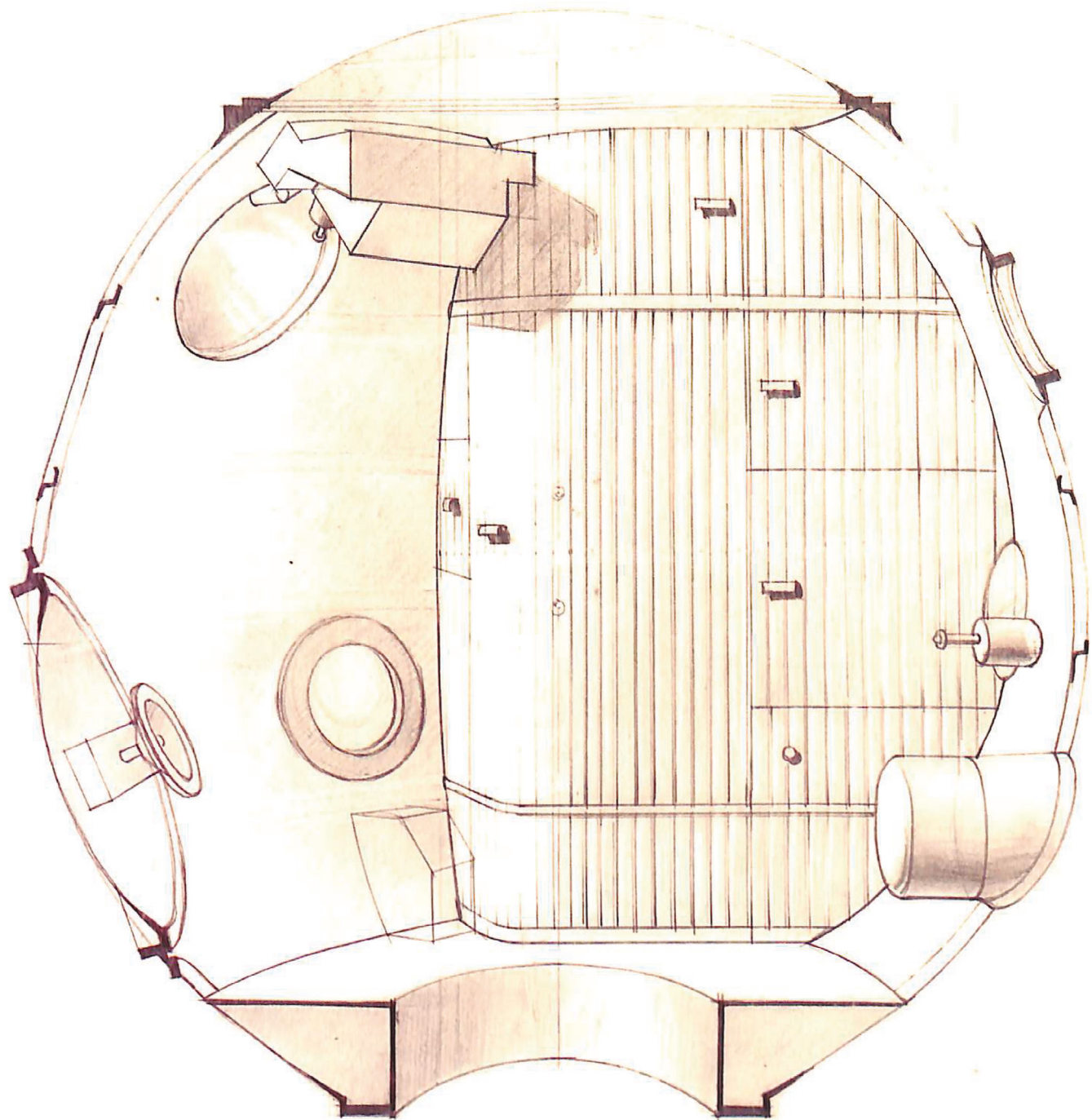


Figura 171: Diseño final del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1969.

Б-Б

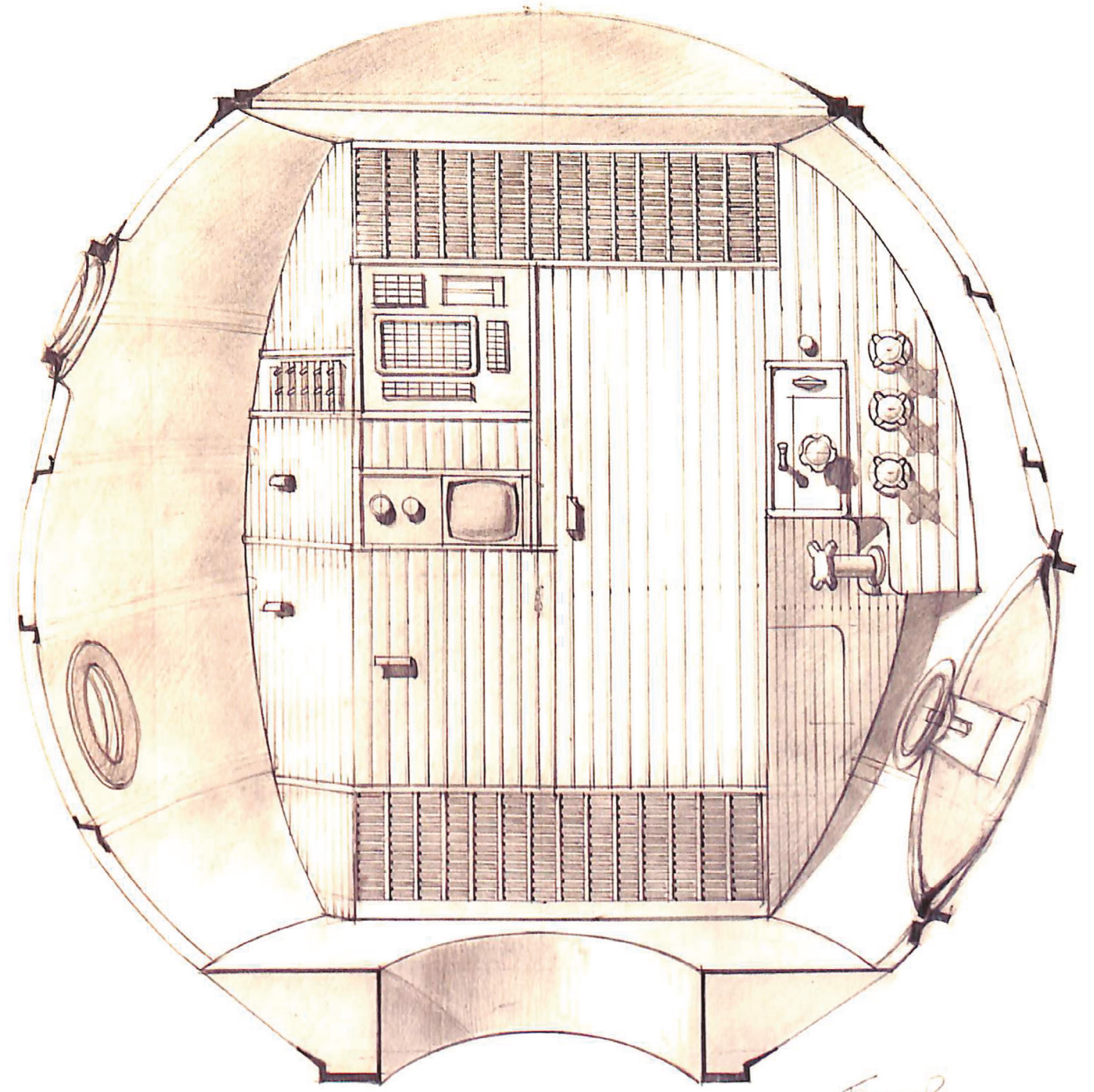


Figura 172: Diseño final del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1969.

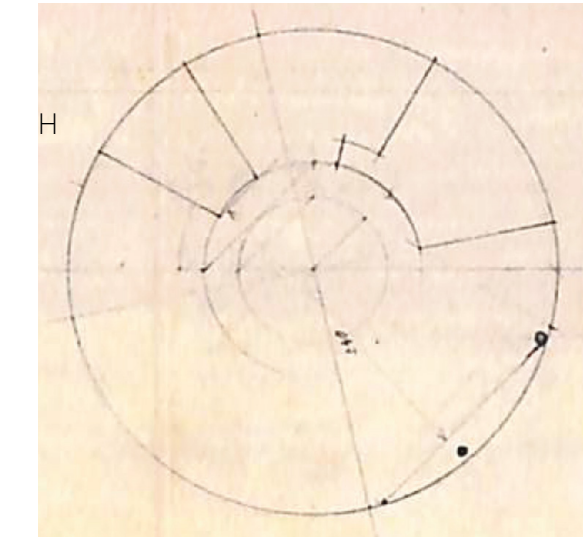
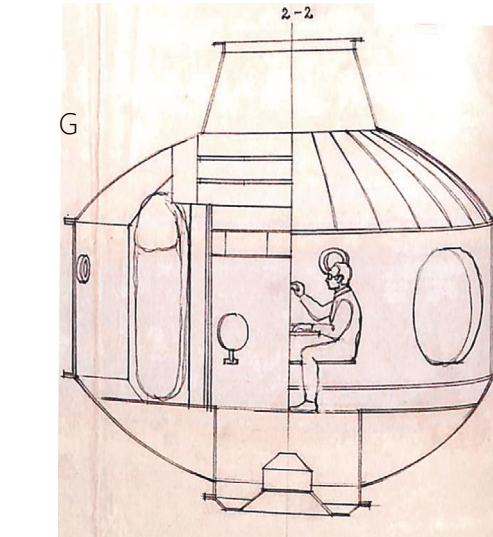
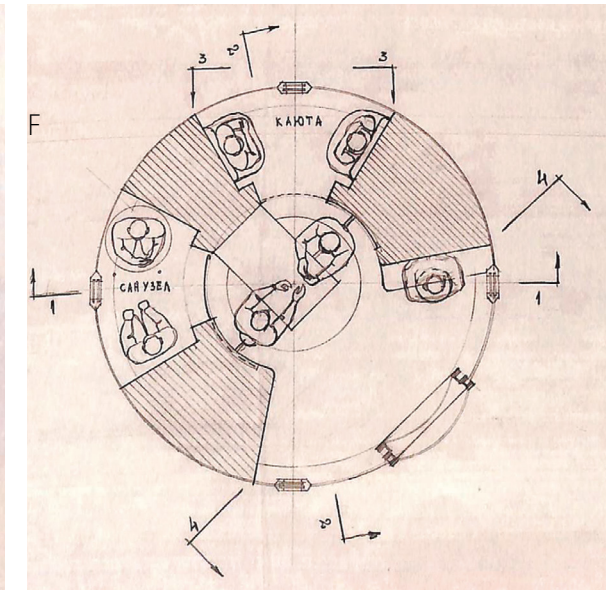
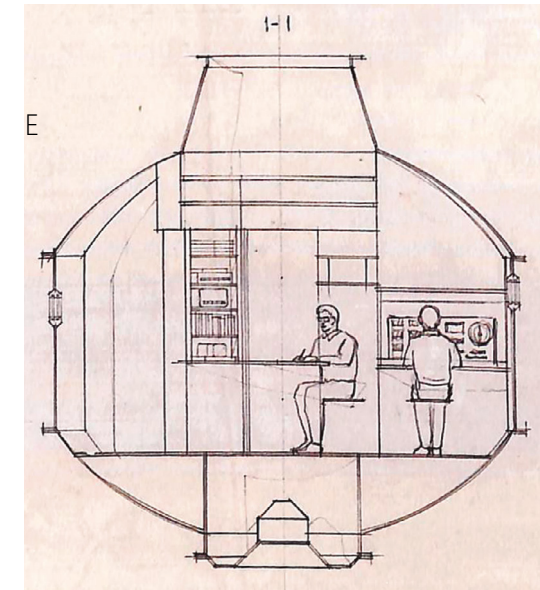
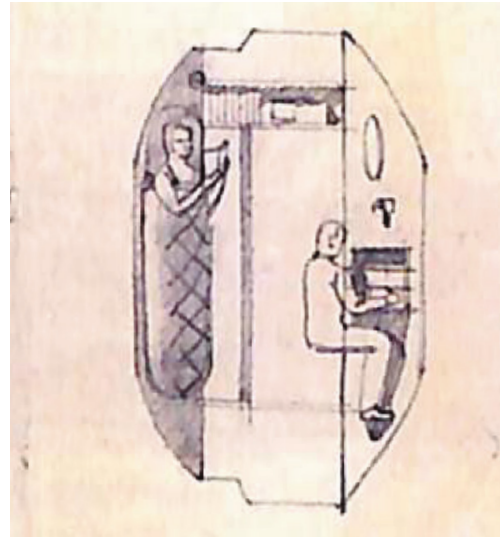
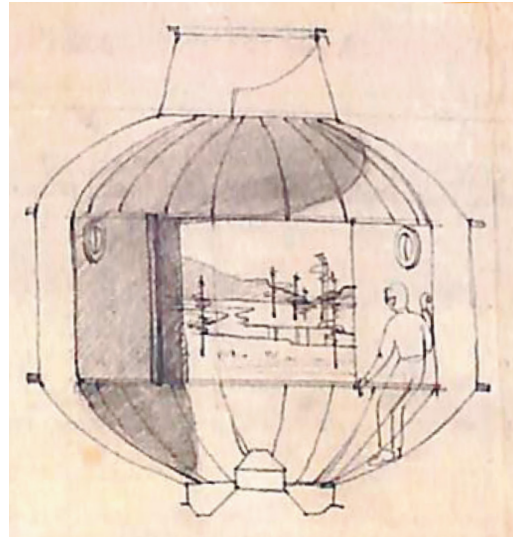
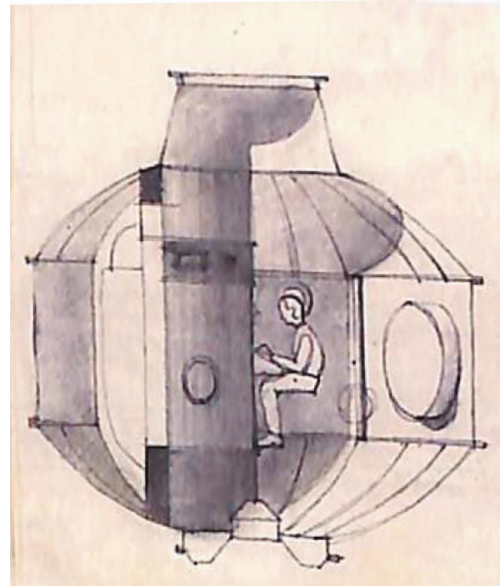
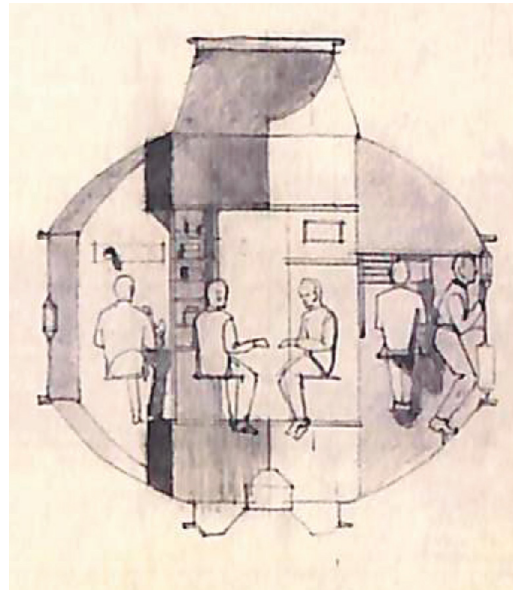


Figura 173: Diseño mediante dibujos explicativos del interior del LOK, Galina Balashova 1964-1968. A. Sección de las áreas de trabajo, el espacio común y el aseo. B. Sección del área de trabajo. C. Sección con dibujo de Rusia para recordarles la Tierra. D. Detalle de mosquitera para dormir. E. Detalle del espacio de trabajo. F. Planta con diferentes funciones. G. Detalle de mosquitera y área de trabajo. H. Planta y diagrama inicial.

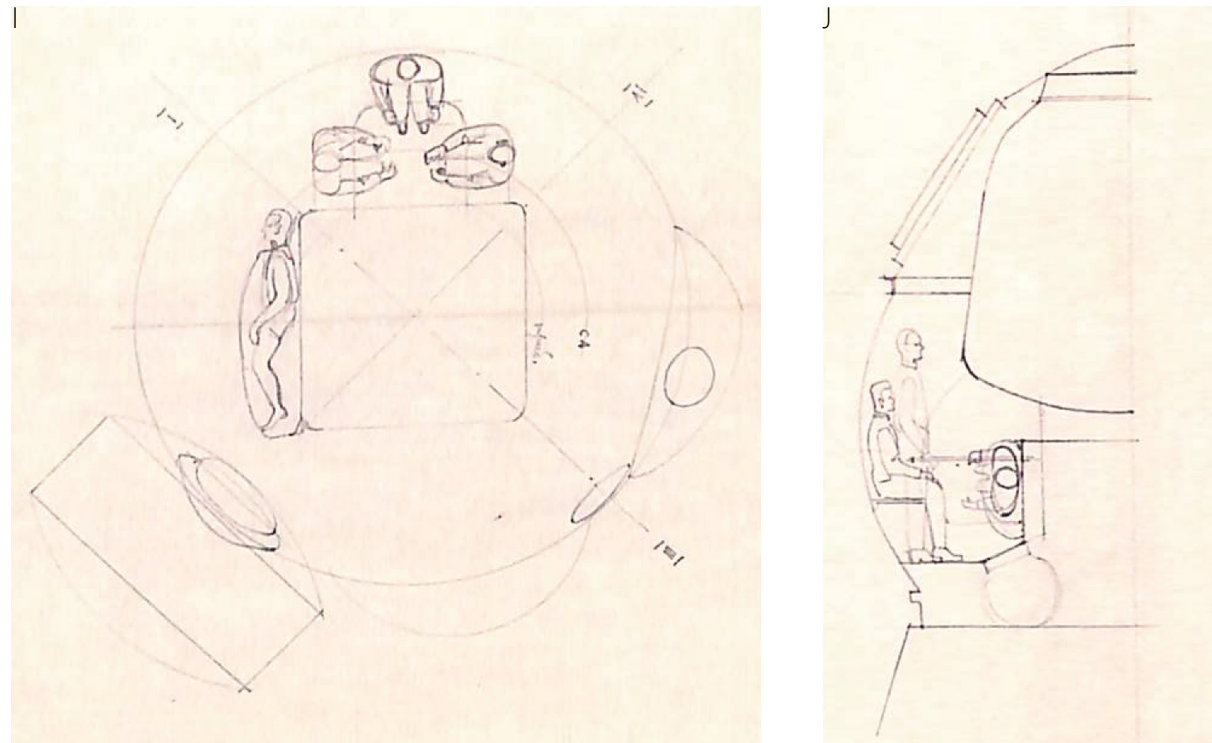


Figura 174: Esquemas del interior del LK, Módulo lunar, Galina Balashova, 1964-1968.

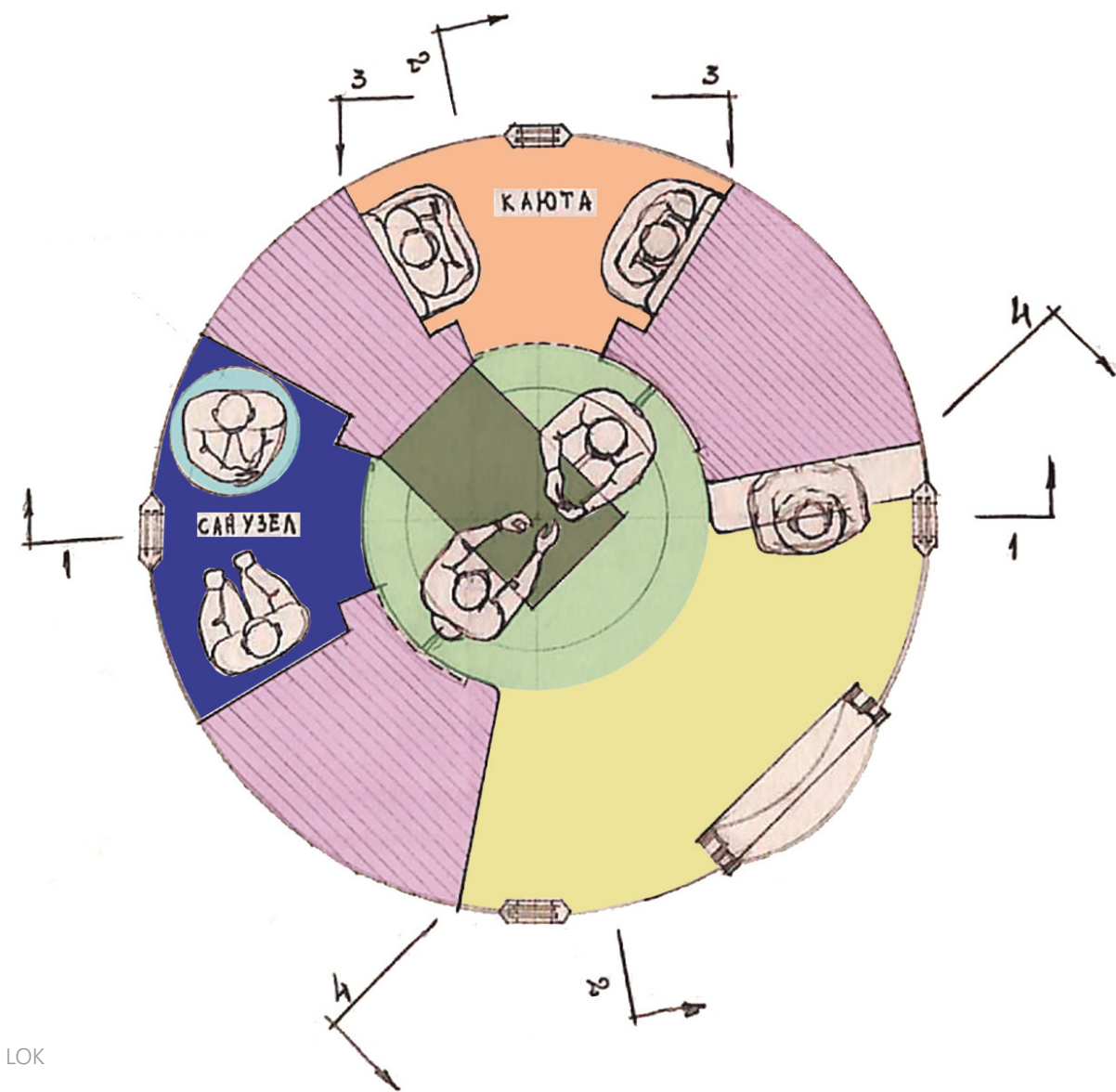
La nueva LOK (figura 173) fue pensada no solamente como un espacio circular sino como una yuxtaposición de diferentes áreas, haciendo una separación entre el espacio común, el cual daría respuesta a la interacción social, un espacio de silencio en el que se encontrarían las habitaciones, un aula de trabajo conectada directamente al espacio social y por último un lugar destinado al cuidado higiénico, en el que se incorpora un área con los dispositivos de higiene. Estos, más avanzados que en la Soyuz, están compuestos por un retrete el cual funcionaba de forma parecida al primitivo sistema de baño de la Vostok, y una ducha en forma circular que posteriormente encontraríamos en las

estaciones espaciales. La idea de centrar todas las actividades alrededor de un eje central que fuese además espacio social permitió aprovechar al máximo el volumen que ofrecía esta esfera. Estos diseños serían los primeros que harían una diferencia entre secciones. De esta manera, el proyecto lunar ayudó a la arquitecta Galina a proyectar las estaciones espaciales.

Esta manera de separar el espacio se usará para proyectar el modelo LK (figura 174).

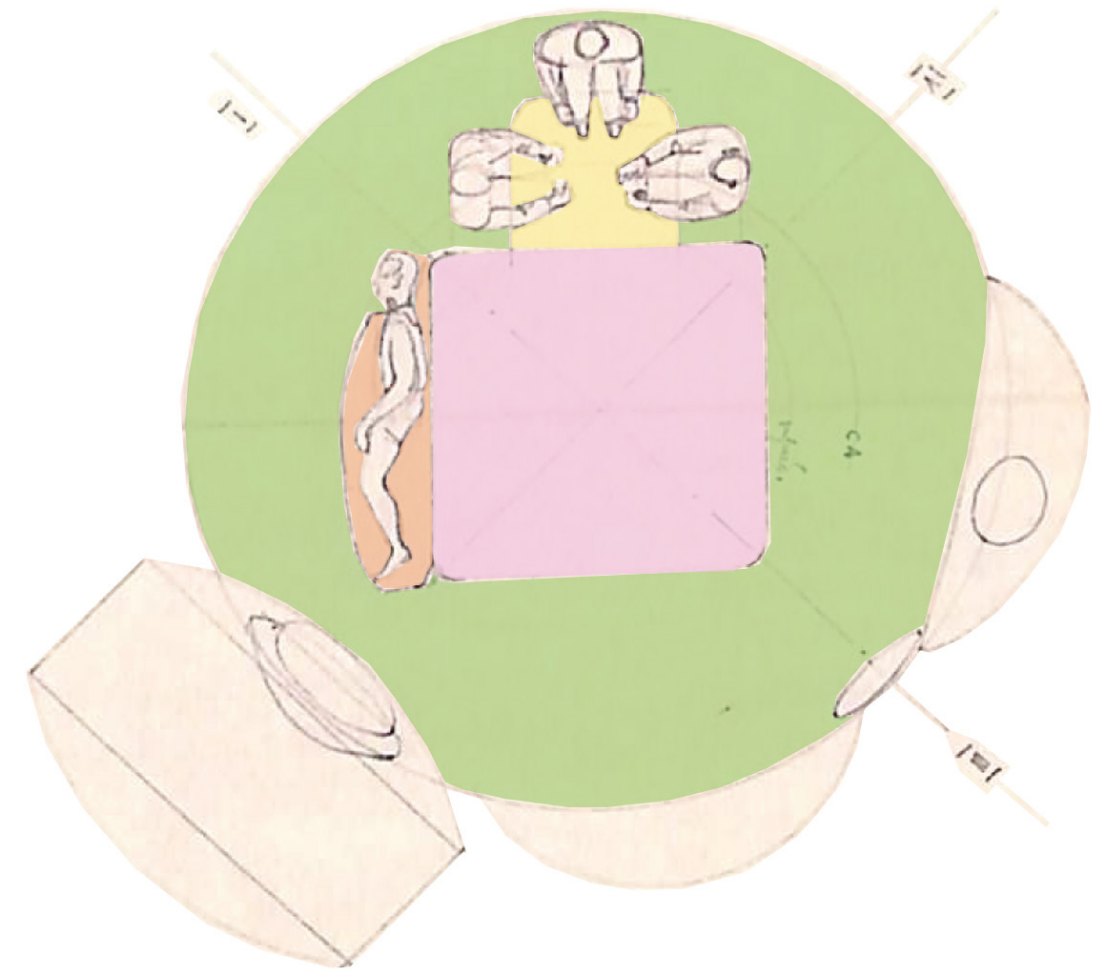
A partir de los esquemas (figura 175) presentados en las páginas siguientes, podemos apreciar cómo se empezaron a usar estos sacos de dormir de manera vertical o como se les dio una importancia mayor a los dispositivos de baño, dejando de estar en un armario encerrado a pasar a ser un espacio independiente. Mediante la sección se aprecia como el LOK contaba con un espacio central a modo de sala de estar común a la que se accedía mediante la esclusa en la parte inferior. Este espacio contaba con una mesa para dos y una mesa a la derecha junto a la claraboya que permitía ser usada para trabajar.

El espacio circular sería utilizado para proyectar el LK. En este caso al no accederse a él por medio de una esclusa en la parte inferior permitió ser desarrollado en forma de cilindro con un módulo central sobre el que giraban todas las actividades, desde la mesa hasta el saco de dormir-mosquitera que sería usado en los tiempos de descanso. El concepto, como se aprecia, es el mismo, debido a que contamos con un espacio central sobre el que suceden diferentes actividades. La diferencia viene del valor dado a cada lugar según el grado de privacidad, es decir, el módulo LOK sería habitado por dos personas, siendo este el motivo por el cual debemos tener espacios separados para garantizar la intimidad, mientras que el módulo LK estaría diseñado para un solo tripulante, el cual no necesitaba privacidad en sus actividades diarias. La diferencia se encuentra, por tanto, en la compartimentación del espacio interior.



LOK

- Camarote-dormitorio
- Espacio de aseo-baño
- Ducha
- Área común
- Mesa plegable
- Área de estudio
- Compartimentos



LK

- Área común
- Saco de dormir-sección de descanso
- Núcleo central de las actividades
- Mesa plegable, área de trabajo

Figura 175: Diagramas propios de los interiores del LOK y del LK de Galina Balashova. Páginas 168 y 169.

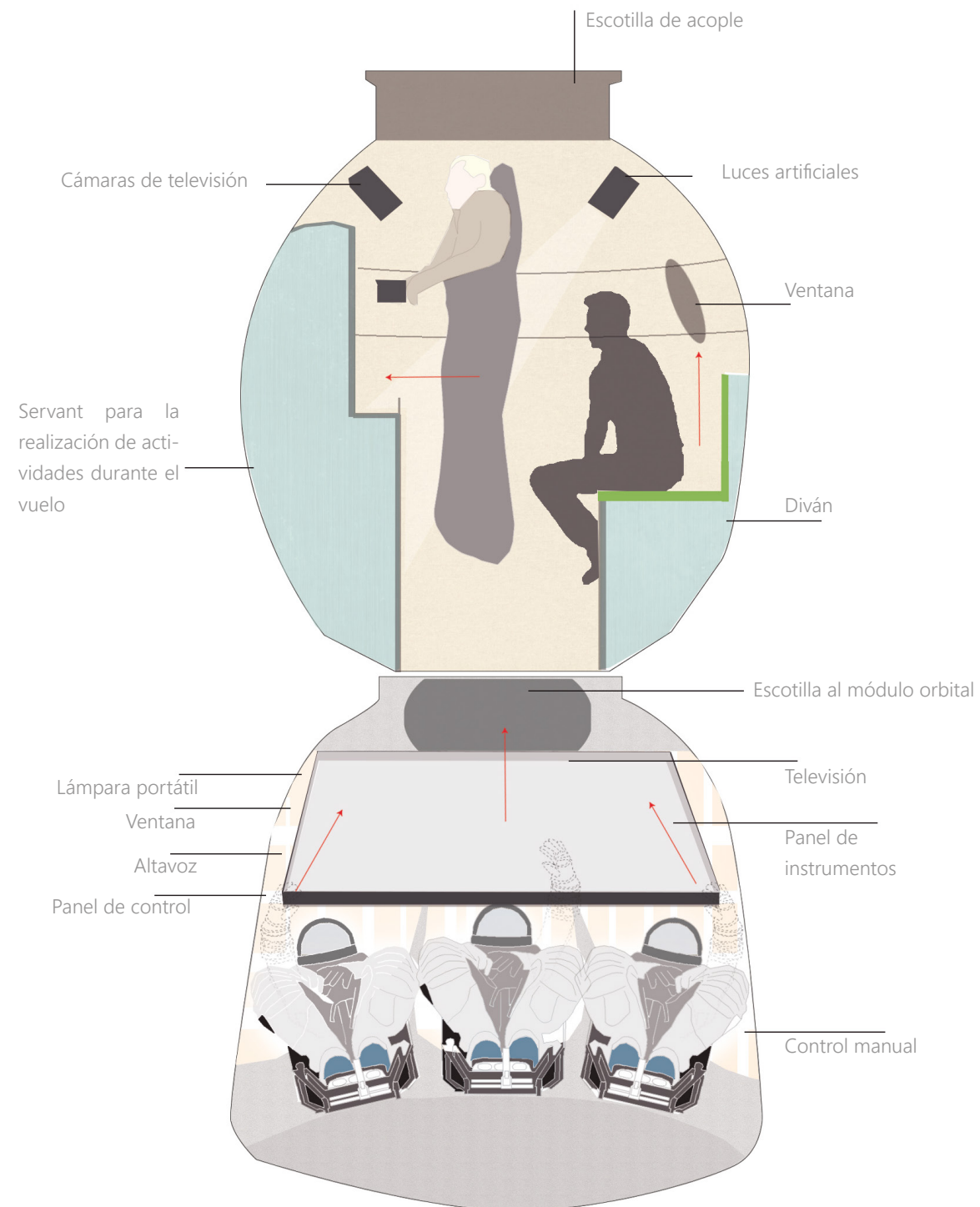


Figura 176: Interior ergonomía de la cápsula Soyuz. Fuente propia.

Módulo orbital dedicado para el descanso de los astronautas, las necesidades vitales y para las reuniones en el Apolo-Soyuz. Servía como espacio para dormir por este motivo se dibuja un astronauta con el saco de dormir.

Módulo de descenso dedicado a las tareas técnicas de la cápsula espacial. Es el único módulo que sobrevive una vez se atraviesa la atmósfera. El espacio personal es mínimo en el interior.

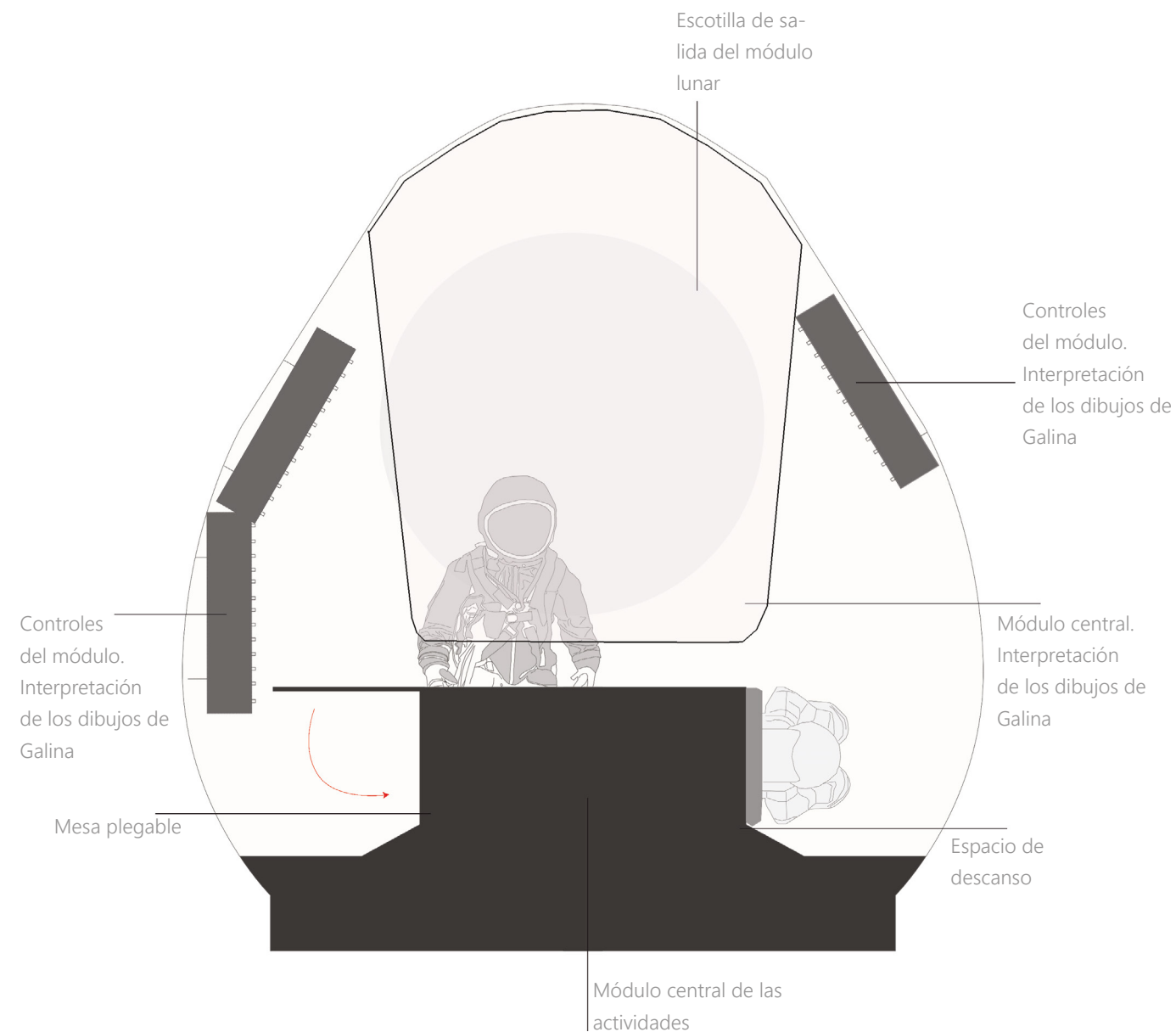
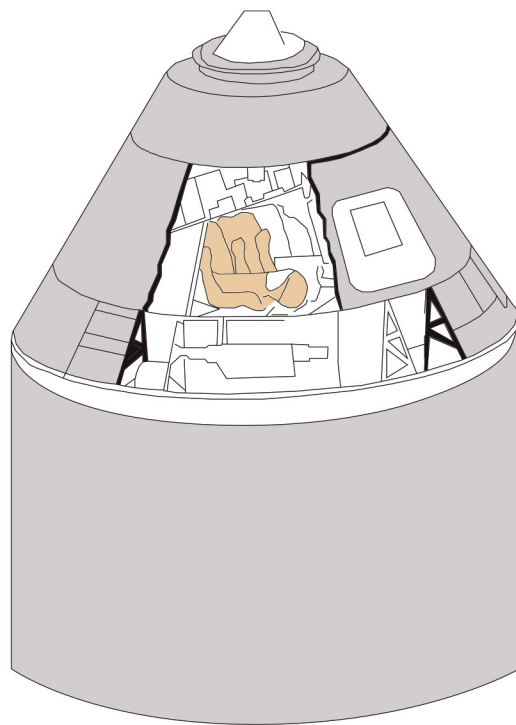
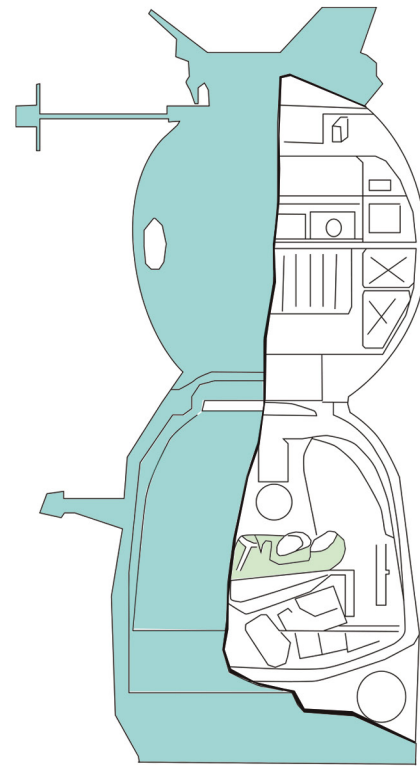


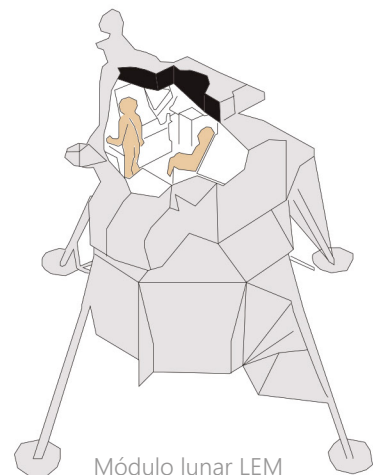
Figura 177: Interior ergonomía de la cápsula LK. Fuente propia. Interpretación gracias a los dibujos de Galina Balashova.



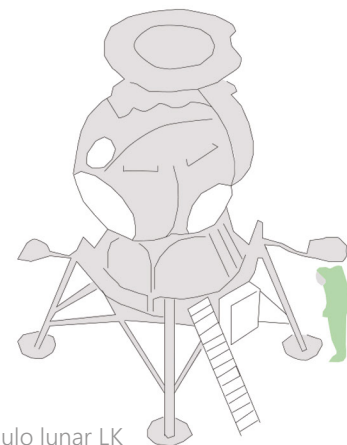
Cápsula Apollo, CSM



Cápsula Soyuz



Módulo lunar LEM



Módulo lunar LK

4.3.2 Comparativa con la Apollo de los Estados Unidos de América

El programa Apollo se diseñó para llevar personas a la Luna y traerlos de vuelta a la Tierra. Estaba formando por varias misiones entre las que se incluyen las Apollo 11,12,14,15,16 y 17 las cuales descendieron a la superficie de la Luna. Las otras, fueron misiones del Apollo de prueba en las que se hicieron diferentes fotografías de la superficie lunar. (Dr. Williams, 2013)

Al ser un programa que tenía pensado aterrizar en la superficie lunar, fue necesaria la creación de un módulo lunar. A diferencia de la Unión Soviética, el módulo orbital fue pensado para tres tripulantes y el lunar para dos, esto quiere decir, que tenían que transportar una persona más. El tiempo de estancia de las misiones Apollo era superior al de las soviéticas, debido a que, por ejemplo, el Apollo 11 tuvo una duración de ocho días a diferencia de los tres días pensados de la Soyuz.

La cápsula Apollo se dividía en dos, el módulo de servicio y el módulo de comando, dando la primera sección únicamente respuesta a las necesidades técnicas y vitales en cuanto al oxígeno. No se haría vida en su interior. El módulo de comando, es decir, la cápsula, contaba con una forma en cono formada por los asientos de los astronautas que serían utilizados durante el despegue y la reentrada. A diferencia de la cápsula Soyuz, esta estaba formada únicamente por sólo un volumen en el que se desarrollaban todas las actividades. Las dimensiones que tenía eran de 3,20 metros de altura y de 4 metros de diámetro. El interior está dividido por capas en altura según la función a la que debían dar respuesta. En la parte superior se encontraban los mandos e instrumentos de control, de forma seguida se disponían los asientos, utilizados por los astronautas y en la parte inferior se ubicaba el área más personal, en la cual se podía realizar la higiene e incluso se usó para el período de descanso de los astronautas. Detrás y debajo de las sillas encontramos los compartimentos personales. El perímetro de la cápsula estaba compuesto por sistemas electrónicos y técnicos por lo que quedaba poco espacio que fuese una superficie lisa en la que se apreciaran los materiales o colores.

Figura 178: Diferencia entre la cápsula Soyuz y LK y Apollo y LEM. Fuente propia.

De la misma manera que la Mercury y la Gemini, los estadounidenses crearon este espacio poco práctico a la hora de resolver el problema de las actividades vitales y la privacidad. Por este motivo el interior no sería tan agradable para los astronautas, dado que se trataba de un lugar completamente técnico. El período de sueño se realizaba en el interior de sacos de dormir y la posición que tomaban, debido al espacio tan reducido, era de uno en el suelo y el otro en la parte superior. Los períodos de descanso eran de cuatro horas, pudiendo rotar de posición según fuese o no tu momento de reposo (figuras 179-180). Mientras que el módulo lunar soviético se organizaba alrededor de un espacio central, el americano contaba únicamente con un área abierta y diáfana en la que se realizaban todas las actividades, sin hacer una compartimentación del espacio según el uso (figura 181). Las necesidades básicas, como la comida y el agua, se encontraban también en el interior de las cápsulas, al igual que un departamento dedicado a la acumulación de basura generada durante el viaje. El sistema de baño o aseo se solucionó por medio del uso de un pañal adaptado que se vaciaría una vez usado en un compartimento especial.

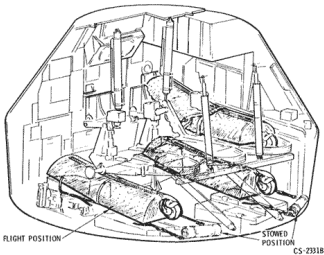


Figura 179: Interior de la cápsula Apolo, CSM, 1969.

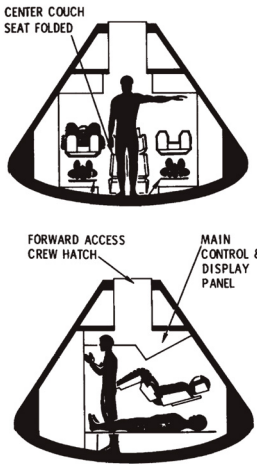


Figura 180: Ergonomía interior de la cápsula Apolo CSM.

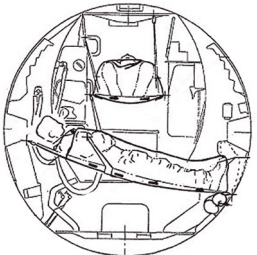


Figura 181: Ergonomía interior del LEM, módulo lunar, 1969.

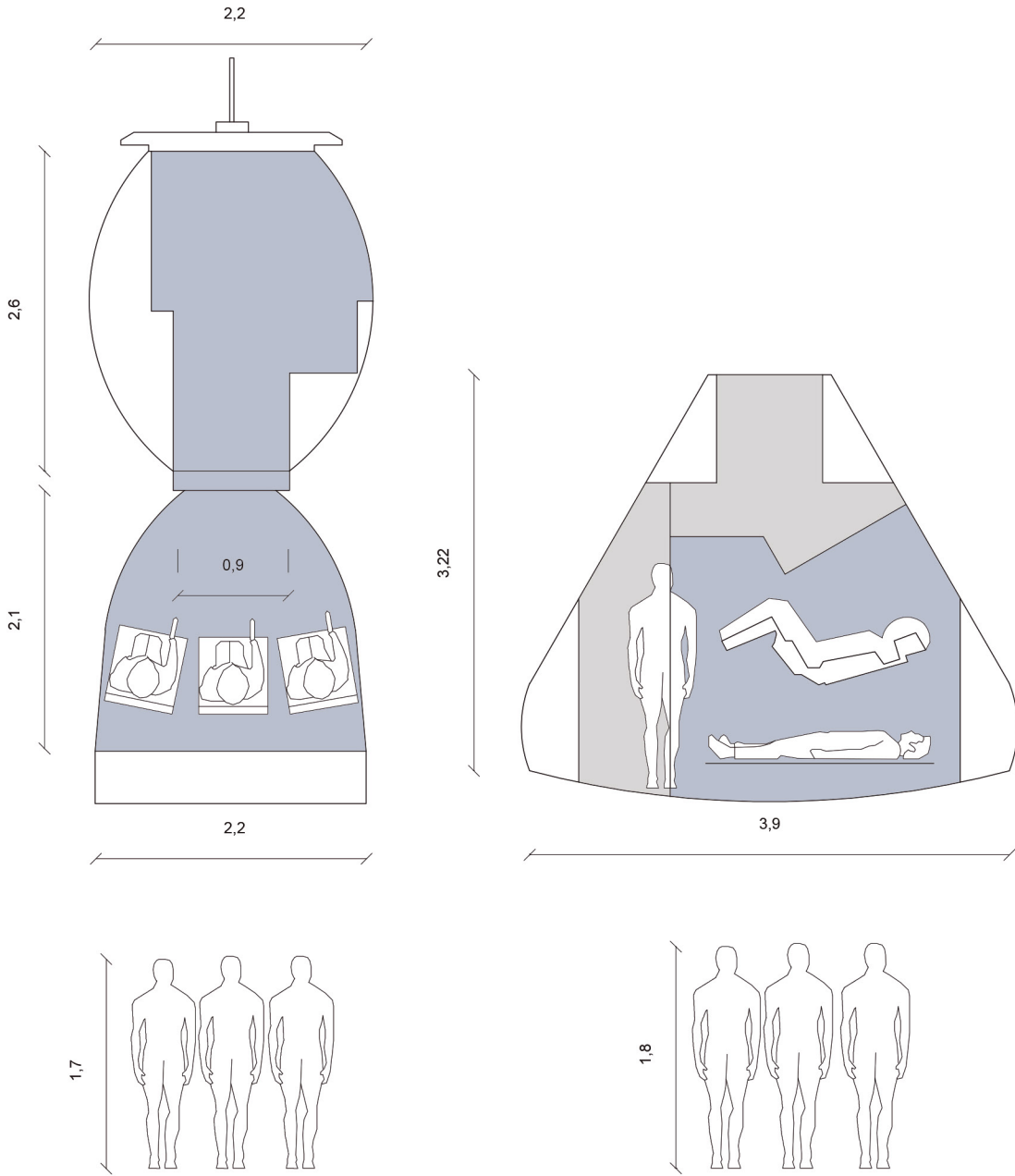


Figura 182: Diferencia ergonómica entre la cápsula Soyuz y la cápsula Apolo. Medidas en metros. Fuente propia.

Como se aprecia en la imagen anterior (figura 182), la ergonomía de las cápsulas siguió direcciones opuestas a las que plantearon en sus cápsulas anteriores. La Soyuz, optó de nuevo por formas esféricas, pero separando los ambientes según las actividades mientras que la Apolo, siguiendo su idea del cono, quiso hacer esta diferencia de una manera distinta, incrementó el diámetro de la cápsula. Ambas tienen en común el intento de separar por áreas según las actividades que se debían realizar, la Soyuz lo soluciona creando el módulo orbital mientras que la cápsula Apolo decide hacerlo por capas en el interior de un espacio diáfano, algo que también haría en el interior del módulo lunar LEM (figura 183).

Como ya se vería en las anteriores cápsulas, la Apolo quería dar solución a necesidades técnicas, por este motivo detalles tan básicos para los soviéticos como un espacio dedicado al baño (figuras 184-185) que garantizase la privacidad no fueron pensados, sino que los astronautas tuvieron que idear este lugar de forma espontánea. En la Soyuz este espacio privado existía, debido a que el módulo orbital era independiente del descenso, garantizando la intimidad.

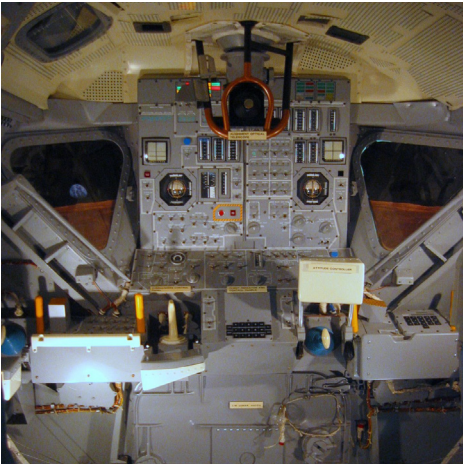


Figura 183: Interior del módulo lunar LEM.



Figura 184: Sistema de baño de la Soyuz.



Figura 185: Sistema de baño de la Apolo.



Figura 186: Interior del módulo de comando Apolo con detalle del uso del control.



Figura 187: Construcción de la cápsula Apolo a partir de maquetas realizadas en madera.

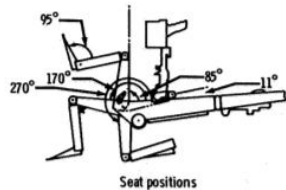


Figura 188: Detalle de las posiciones de la silla para la Apolo.

Aun así, estas dos cápsulas cumplieron sus objetivos, dar una solución más amplia a un conjunto de actividades mayor que las anteriores a consecuencia de una estancia superior en órbita.

Una de las ventajas que tuvo la cápsula Apolo fue la posibilidad de hacer uso del panel de instrumentos y del control desde el asiento sin necesidad de hacer uso de un objeto externo como vimos con el *stick* de la Soyuz (figura 186).

Dale Myers, ingeniero aeroespacial de la NASA, describiría la cápsula como una pequeña casa para tres personas (Bonini, 2014). Por esta razón los proyectos fueron realizados de forma inicial con maquetas de madera. (figura 187).

Las sillas del Apolo no consistían, a diferencia de las Soyuz, de un bloque fijo, sino que según las necesidades podía variar. Estaban pensadas para todo tipo de tripulación permitiendo ser ajustada al contorno del astronauta. El soporte del cuerpo fue construido con fibra de vidrio recubierta por teflón. Al poder transformarse la silla en el interior, permitió un mayor espacio a los astronautas durante el vuelo (figura 188). (Drexel, Hunter, 1973)



Galina Balashova

4.3.3 La unión de la cápsula Soyuz y la Apolo en el espacio, la cápsula Apolo-Soyuz

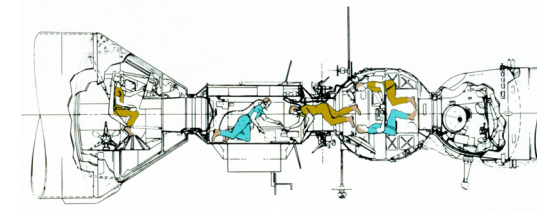
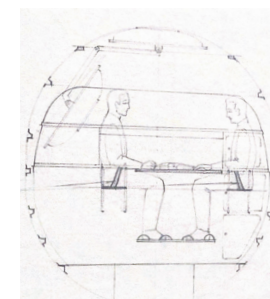
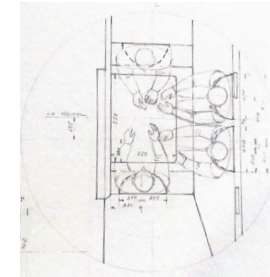
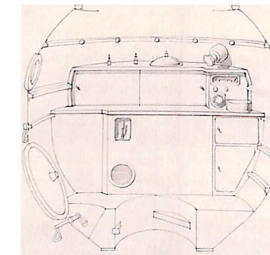


Figura 190: Unión de las cápsulas Apolo-Soyuz, 1975.

En el año 1975 se pone en marcha un proyecto conjunto con los Estados Unidos (figura 189). Unir dos cápsulas en la órbita terrestre, la Soyuz soviética y la Apolo estadounidense (figura 190).



La Soyuz soviética fue íntegramente diseñada en su interior por la arquitecta Galina Balashova (figura 191). Fue responsable de la parte artística y del confort de los espacios interiores, así como de los inconvenientes que pudieran darse con respecto a las proporciones interiores, los efectos psicológicos que pudieran tener los colores y los materiales, y la distribución interior de los espacios. El trabajo se realizó de forma estrecha con los ingenieros, dado que ellos debían dar respuesta a las cuestiones relacionadas con la seguridad. Debido a que en el interior de la cápsula Soyuz estaban planeadas varias entrevistas de televisión en las que los cosmonautas de ambas naciones estarían presentes, Galina tuvo que realizar cambios en el interior de la cabina, aunque los principios pro-

Figura 191: Dibujos de ergonomía interior realizados por Galina Balashova para la Apolo-Soyuz, 1973.

Figura 189: Logo realizado y diseñado por Galina Balashova para la misión Apolo-Soyuz, se encuentra en los trajes de los astronautas 1973. Página 178.

yectuales fueron los mismos que había utilizado en las Soyuz anteriores. El *servant* contó con una escala mayor y en su interior podían ser guardados los diferentes materiales y el equipo necesario para las entrevistas. Se añadió en el *servant* una mesa plegable con elásticos y velcro para evitar el vuelo de los objetos en el interior de la cápsula debido a la ingravidez. El *diván* también tuvo una escala mayor dado que no solo debía guardar los trajes espaciales en su interior, sino que necesitaba almacenar el equipo de televisión para las diferentes ruedas de prensa. Como se aprecia en las siguientes imágenes, el *diván* estaba pensado para que dos personas pudiesen sentarse de manera simultánea. Las cámaras de televisión se dispusieron sobre las barandillas y para evitar el reflejo durante la videoconferencia, las superficies fueron cubiertas con un esmalte mate sin brillo. A consecuencia de que los colores rojos no reflejaban la realidad del interior en la cámara y el verde sí, se decidió hacer uso de este último para cubrir las superficies. (Meuser, 2015: 39)

Como se aprecia, el lugar era un espacio diáfano preparado para las conferencias, pudiendo alojar a cuatro astronautas a la vez (figuras 192-194).



Figura 192: Los astronautas soviéticos del Apolo-Soyuz en el interior de la cápsula Soyuz, 1975.



Figura 193: Astronautas soviéticos del Apolo-Soyuz en el interior de la cápsula Soyuz, 1975.





La misión duró apenas dos días en las que ambas cápsulas estuvieron unidas compartiendo experimentos. El motivo de tan corta estancia fue que la cápsula Soyuz no disponía de la misma autonomía que la Apolo.

En el diseño final, en color verde, (figuras 196-197) podemos observar que Galina fue fiel a su idea de división del interior, el *servant* y el *diván*. En esta ocasión se aprecian en el diván los cinturones que ayudarían a los astronautas a mantenerse en su posición. Los muebles integrados curvos se adaptan al espacio de manera ejemplar, ampliando el área y haciéndola habitable para cinco personas. En la zona superior se observa la escotilla que comunicaba con la Apolo estadounidense.

Las dos estancias se convirtieron en su nuevo hábitat para los astronautas, uniendo la parte técnica norteamericana y la parte ergonómica soviética. Esta unión de dos espacios nos recuerda a la Torre Nakagin en Tokio del arquitecto Kisho Kurokawa y sus cápsulas habitacionales, que de una manera revivían la idea de vida que los astronautas tuvieron durante esta misión. Al estar construida en el año 1970, seguramente se vio influenciada por esta arquitectura cósmica.

Los astronautas, como se aprecia en la imagen (figura 195), pudieron pasar tiempo en ambas cápsulas, realizando tareas tan vitales como comer. De esta manera compartieron la comida en el cosmos, no con un rival, sino con un compañero de misión.

Figura 195: Los astronautas del Apolo-Soyuz comiendo en la cápsula Apolo, 1975.

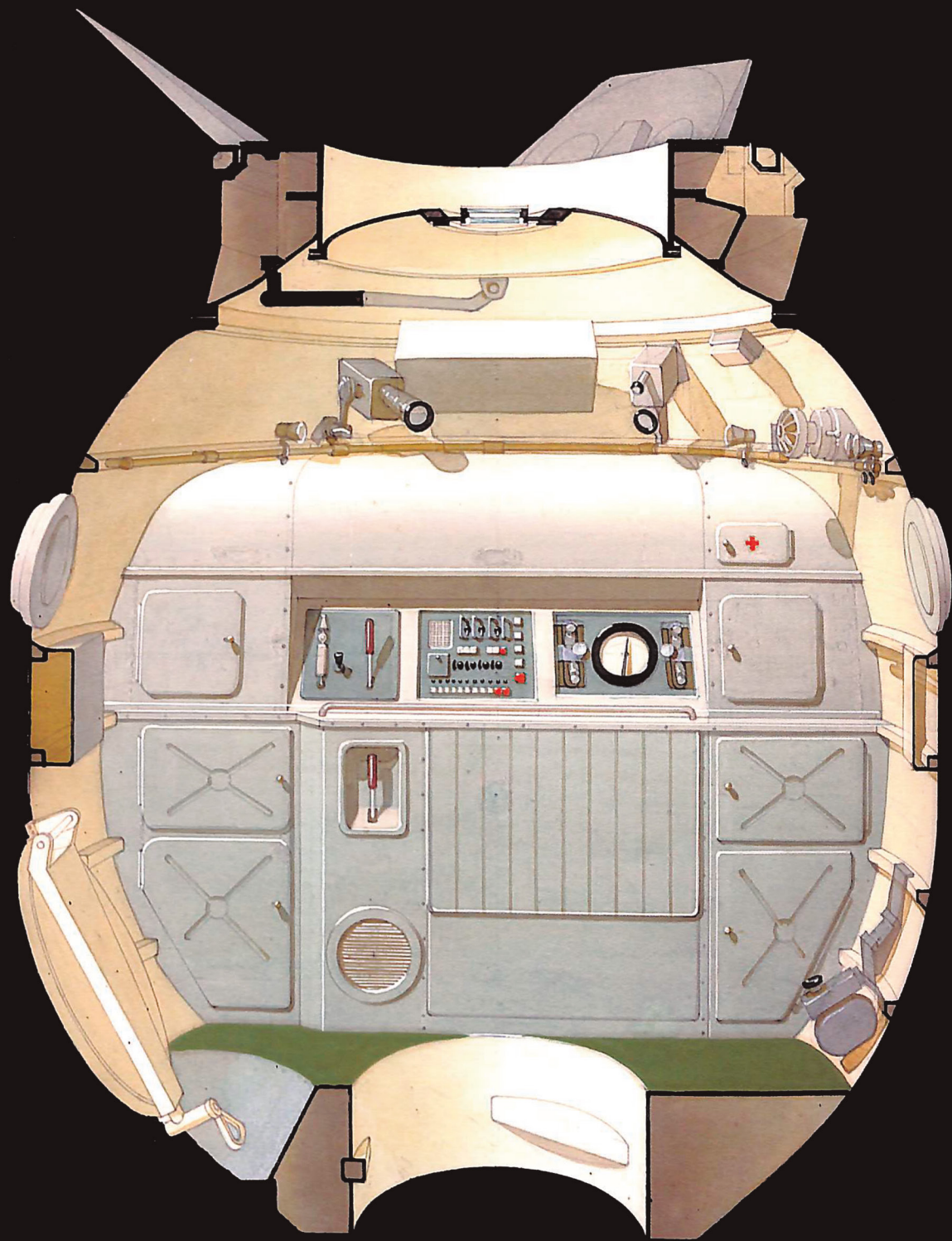


Figura 196: Servant de la Soyuz 19 para el programa Apolo-Soyuz, Galina Balashova, 1975.

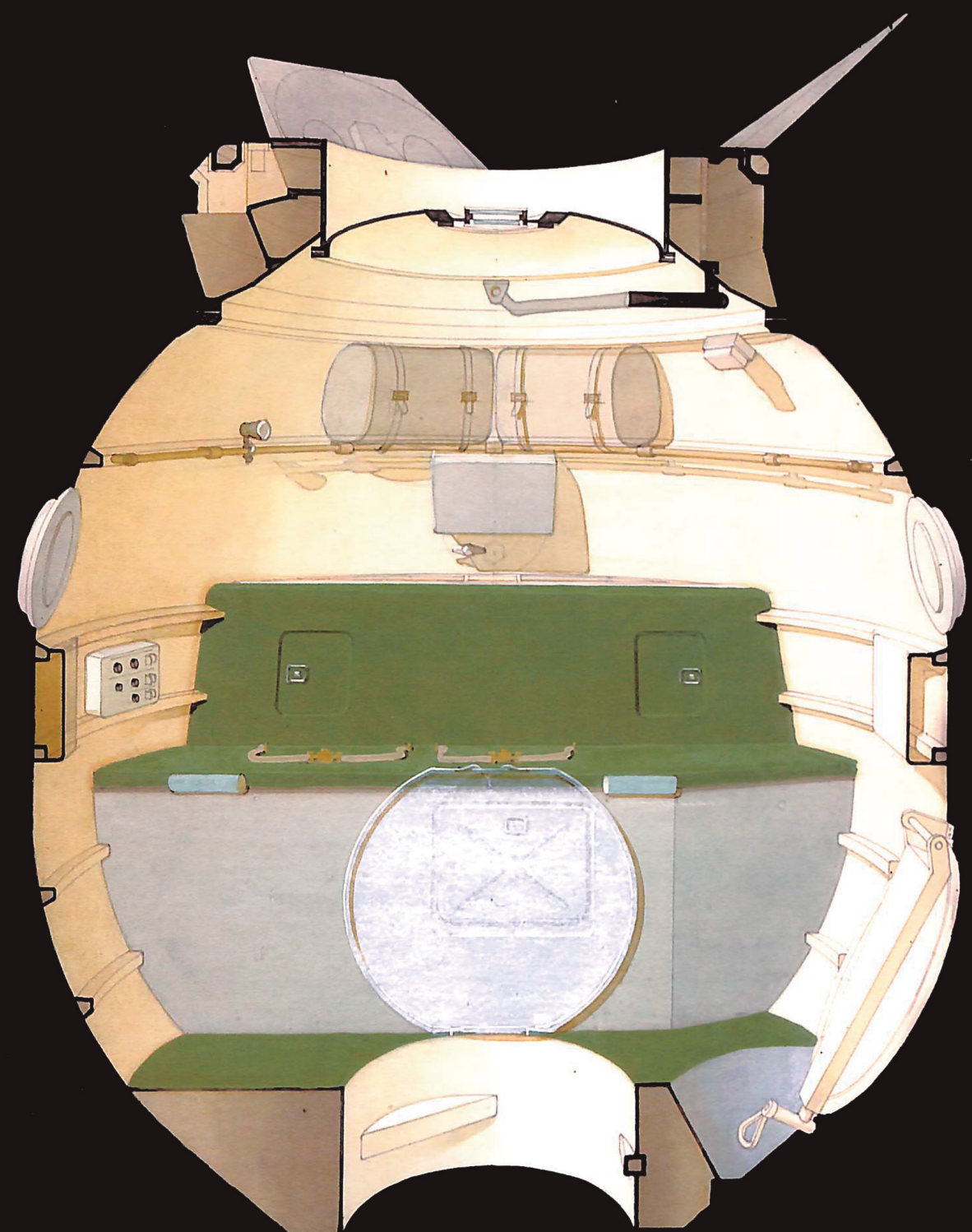


Figura 197: Diván de la Soyuz 19 para el programa Apolo-Soyuz, Galina Balashova, 1975.



Figura 198: Galina Balashova junto a sus dibujos de las cápsulas espaciales en el año 2012.

Por último, me gustaría destacar cómo este hito de la humanidad, en el que dos naciones enfrentadas durante años, no solo por la carrera espacial sino políticamente, consiguieron realizar una misión común poniendo fin a una competición, pero iniciando un trabajo conjunto para la conquista espacial. Gracias a esta acción hoy en día podemos tener una Estación Espacial Internacional, en la que todas las naciones son bienvenidas.

5. Conclusiones

La idea de cápsula espacial se entiende actualmente como un medio de transporte hacia la Estación Espacial Internacional o como espacio de experimentos. Estas ideas serían vistas con reparo por Gueorgui Krútkov o Galina Balashova que proponían, en el siglo pasado, la idea de la cápsula como hábitat espacial.

El estudio de las vanguardias y las utopías soviéticas ha sido esencial para entender la cultura de la época, echar la vista atrás y poder ver desde esos comienzos convulsos de siglo, el avance de la cosmonáutica. Ver el futuro con otra mentalidad, quizás antigua para algunos, pero llena de matices y puntos de vista totalmente magníficos que en la actualidad hemos perdido, obviando las posibilidades que un espacio como una cápsula puede albergar. No se trata únicamente del transporte que me llevará a mi destino en el espacio, sino que la cantidad de actividades que estos lugares pueden acoger y su diseño interior, son extensos y versátiles. Debido a cómo nos han enseñado a entender los espacios a lo largo de estas últimas décadas, nos vemos limitados a clasificar los volúmenes, sin darles quizás nuevas connotaciones que nos enriquecería porque, la variedad sería infinita.

Personalmente ha sido una sorpresa el haber podido aprender tanto de un tema que, en un primer momento, no sabía si iba a poder desarrollar. Gracias a los objetivos marcados desde el primer momento y el método de investigación seguido, he podido llevar a cabo el trabajo. El análisis de unas cápsulas quizás puede dar a entender que se trata de algo sencillo, pero según avanzaba en el tema, se iba convirtiendo en algo más complejo de lo que en un principio pude imaginar. El trabajo me ha aportado una nueva visión personal, me ha abierto un mundo que desconocía pues, nunca me había planteado la cápsula como un lugar completamente habitable.

Según he ido progresando, he conseguido entender que hasta el momento había considerado la vivienda mínima como el espacio más pequeño que una persona puede habitar, pero según se ha visto, desde los años cincuenta se planteaba algo muchísimo más pequeño que sería lanzado al espacio y serviría de hábitat para los astronautas. El análisis espacial y las actividades que se podían realizar en su interior ha sido primordial a la hora de completar el trabajo.

El trabajo de retrospectiva al mundo soviético de principios del siglo XX, la escuela de arquitectura Vkhutemas y las Vanguardias rusas fueron también para Galina Balashova un punto de partida para la creación de sus espacios interiores en las cápsulas. Ella retomó la idea de la cabina del trabajo final de carrera de Gueorgui Krútikov, el cual supuso un punto y aparte en la forma de entender los espacios destinados al mundo cósmico. Ambos, arquitectos, mantuvieron las ideas y principios arquitectónicos de la ergonomía interior. Estos ideales fueron aplicados para uno de los espacios más reducidos que hasta el momento habían sido habitados por las personas.

Actualmente el módulo orbital planteado por Galina se ha estado utilizando como basurero de residuos de la Estación Espacial Internacional que son quemados una vez atraviesen la atmósfera terrestre. Es quizás este el claro ejemplo de cuál ha sido el motivo por el cual se ha convertido la cápsula en un transporte, perdiendo su esencia y sus orígenes de espacio habitable. Otro motivo por el que esta situación se ha estado practicando a lo largo de estos últimos años es la ausencia de una misión tripulada que no sea llevar gente a la Estación Espacial Internacional.

La falta de una propuesta que nos aleje de la órbita terrestre ha supuesto un retroceso en el diseño interior de las cápsulas, dado que desde los años sesenta no se habían vuelto a plantear misiones lunares o quizás marcianas.

No ha sido hasta este año 2020 con el lanzamiento de la cápsula SpaceX Dragon, desarrollada por la empresa privada estadounidense SpaceX, cuando se ha vuelto a retomar la idea del espacio interior

en la cápsula. Este planteamiento nos acerca a ese futuro que dejamos en los años sesenta abandonado, un futuro por el que ya se soñaba en las escuelas de arquitectura soviéticas. Los arquitectos tenemos, como se ha visto a lo largo del trabajo, un papel importante en el desarrollo de estos interiores. Llegar a entender estos espacios mínimos hará que estos se proyecten de acuerdo con las necesidades tanto vitales como físicas necesarias en la superficie lunar o marciana.

Para este siglo está planificada una misión tripulada a Marte. La estancia en la nave espacial hasta llegar a superficie marciana es de nueve meses de ida y nueve meses de vuelta, por eso es necesario e imprescindible el estudio del interior de las cápsulas en la historia, para conocer así las necesidades, ventajas e inconvenientes de las decisiones que se tomaron a la hora de proyectar su interior. Posiblemente lleguemos a Marte por medio de la nave espacial, con medidas más complejas y a mayor escala que una cápsula, pero, los principios a la hora de proyectar serán muy parecidos.

Aún queda un largo camino en la investigación del cosmos, en el que las posibilidades serán infinitas si cambiamos la forma de entender el espacio de la cápsula.

6. Prospectiva

El tema del trabajo de fin de grado va a seguir investigándose de manera personal debido a que es un tema que me apasiona de forma personal y que tiene una visión de futuro necesaria en la actualidad. El trabajo posiblemente sea traducido al inglés para disponer de él en un idioma internacional, pues en este mundo cósmico y de investigación espacial, gran parte de los trabajos y artículos están escritos en este idioma y no en español.

Tras finalizar mis estudios de arquitectura con el Máster habilitante y para poder completar la información que he adquirido con la realización de este escrito, me gustaría participar en el *Young Graduates Trainees* de la ESA (Agencia Espacial Europea) con una duración de un año. En este proyecto podré ampliar mis conocimientos sobre el tema espacial aplicado a la arquitectura.

Esta decisión viene promovida por un deseo personal, a consecuencia del trabajo final de grado aquí expuesto, he decidido que quiero dedicarme no solo a la investigación de la arquitectura aplicada al espacio sino a participar de forma activa, por medio del proyecto arquitectónico, de hábitats en el cosmos, comenzando por la más primaria de sus etapas, la nave espacial. Este interés por la vivienda en el cosmos no se encuentra entre los temas actuales de las universidades, pero en un futuro, quizás en veinte años, cuando decidamos viajar a otros planetas, se necesitará la ayuda de todas las ramas de estudio existentes hasta el momento, entre las que figura, la arquitectura y el papel que tendremos será fundamental.

Por otra parte, la Editorial Tenov en Barcelona, a quienes les agradezco su apoyo y su ayuda durante los meses que he realizado la investigación, está pendiente de la lectura de este trabajo de fin de grado con fines personales, a consecuencia del interés que suscita en ellos el tema aquí desarrollado.

7. Bibliografía

- Allen, B. 2015, Agosto 10, *Maxime A. Faget, visto 15 marzo 2020*. Disponible: <https://www.nasa.gov/langley/hall-of-honor/maxime-a-faget>
- arch:speech, 2015, Agosto 25, *Архитектор, о котором мы почти ничего не знаем: исследователи начали открывать наследие Михаила Оленева, visto 5 abril 2020*. Disponible: <https://archspeech.com/article/arhitektor-o-kotorom-my-pochti-niche-go-ne-znaem-issledovateli-nachali-otkryvat-nasledie-mihaila-olen>
- Bogdánov, A. 2016, *Estrella Roja* : Ediciones Nevsky, Segunda edn.
- Bonini, J. 2014, *Command Module Documentary, visto 1 junio 2020*. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=sUwVZJSVPY&t=279s>
- Bushkovitch, P. 2013, *Historia de Rusia*, Madrid : Ediciones Akal.
- CCAchannel, 2020, *Asif Siddiqi on Cosmic Enthusiasm in Bolshevik Russia, visto 13 abril 2020*. Disponible: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=472s
- Clinton Ezell, E. y Neuman Ezell, L. 1979, Septiembre, *Competition Versus Cooperation: 1959-1962*, visto 20 abril 2020. Disponible: <https://history.nasa.gov/SP-4225/documentation/competition/competition.htm>
- Dr. Williams, D.R. 2020, Abril 17, *Gemini 3, visto 29 abril 2020*. Disponible: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1965-024A>
- Dr. Williams, D.R. 2013, Septiembre 16, "Apollo 7", "Apollo 8", "Apollo 9", "Apollo 13" en *The Apollo Program (1963 - 1972)*, NASA Goddard Space Flight Center Greenbelt, visto 7 mayo 2020. Disponible: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo.html>

- Drexel, R.E. y Hunter, H.N. 1973, Septiembre, *APOLLO EXPERIENCE REPORT-COMMAND MODULE CREW-COUCH/RESTRAINT AND LOAD-ATTENUATION SYSTEMS*, visto 26 mayo 2020. Disponible: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19730023036.pdf>
- Dunbar, B. 2011, *Making History, visto 13 mayo 2020*. Disponible: <https://www.nasa.gov/topics/history/features/gagarin/gagarin2.html>.
- Dunbar, B. 2006, *Project Mercury Overview - Objectives and Guidelines*, visto 13 mayo 2020. Disponible: https://www.nasa.gov/mission_pages/mercury/missions/objectives.html
- Dunn, B.D. 2016, "Assessment of Post-flight materials" en *Materials and Processes: for Spacecraft and High Reliability Applications*, Chichester, UK: ediciones Springer Praxis Book.
- Hacker, B.C. y Grimwood, J.M. 1977a, , "Four Days and a "Walk", Chapter 11" en *On the Shoulders of Titans: A History of Project Gemini*, visto 14 abril 2020. Disponible: <https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4203/ch11-2.htm>
- Hacker, B.C. y Grimwood, J.M. 1977b, "Suitcase for a Fortnight, Chapter 12" en *On the Shoulders of Titans: A History of Project Gemini*, visto 14 abril 2020. Disponible: <https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4203/ch12-4.htm>
- Hacker, B.C. y Grimwood, J.M. 1977c, "Two Weeks in a Spacecraft, Chapter 12" en *On the Shoulders of Titans: A History of Project Gemini*, visto 14 abril 2020. Disponible: <https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4203/ch12-5.htm>
- Hitt, D. y NASA Educational Technology Services, 2011, Marzo 16, *What Was the Gemini Program?, visto el 17 abril 2020*. Disponible: <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-was-gemini-program-58.html>

Jan-Magomédiv, S.O. 2015, Gueorgui Krútkov, La ciudad voladora, utopía y realidad (M. Cabal Guarro, traducción), Barcelona: Editorial Tenov.

Johnson-Throop, K. 2018, "Volume I, Section 8" en *Architecture National aeronautics and space administration*, visto 12 febrero 2020. Disponible: https://msis.jsc.nasa.gov/sections/section08.htm#_8.2_OVERALL_ARCHITECTURAL

LePage, A. 2015, Marzo 18, *The Mission of Voskhod 2*, visto 24 marzo 2020. Disponible: <https://www.drewexmachina.com/2015/03/18/the-mission-of-voskhod-2/>

Litteken, D.A. y Jones, T.C. 2018, *DEVELOPMENT OF AN INFLATABLE AIRLOCK FOR DEEP SPACE EXPLORATION*, AIAA SPACE Forum Orlando, Florida, visto 22 abril 2020. Disponible: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20180007255.pdf>

Lozano Sanfèlix, N. 2015, *ENSEÑANZA UNIVERSITARIA Y PRÁCTICA ARTÍSTICA. CRITERIOS PARA SU EXPERIMENTACIÓN, ACTIVACIÓN E INTERMEDIACIÓN DESDE UN SABER SITUADO* (tesis doctoral no publicada), Universitat Politècnica de València. Disponible: <http://hdl.handle.net/10251/59476>

Martínez-Carrión, J.M. 2012, *La talla de los europeos, 1700-2000: ciclos, crecimiento y desigualdad*, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, Murcia, España. Disponible: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/29450/1/Latalladel..3.pdf>

Méndez Moissen, S.A. 2017, *En defensa de los sueños: Lenin, inspirador del Principio de esperanza, de Ernst Bloch*, visto 17 enero 2020. Disponible: <http://www.laizquierdadiario.com/En-defensa-de-los-suenos-Lenin-inspirador-del-Principio-de-esperanza-de-Ernst-Bloch>

Meuser, P. 2015, *Galina Balashova. Architect of the space Programme* (C. Knowles, traducción), Berlín: editorial DOM publishers.

Meuser, P. 2013, *Architektur für die russische Raumfahrt*, Berlín: editorial DOM Publishers.

Nikita Sergeyevich Khrushchev to John F. Kennedy 1962, 1963, 21 Febrero, "88th Cong., 1st sess" en *Documents on International Aspects of the Exploration and Use of Outer Space, 1954-1962*, visto 24 marzo 2020. Disponible: <https://www.hq.nasa.gov/pao/History/SP-4209/ch2-2.htm>

Noordung, H. 1995, *The problem of space travel. The rocket motor (SCITRAN, traducción)*, Washington DC, visto 1 mayo 2020: Ediciones The NASA History Series. Disponible: <https://history.nasa.gov/SP-4026.pdf>

Paone, T. 2017, Febrero 10, *A Closer Look at the Friendship 7 Spacecraft*, visto 6 mayo 2020. Disponible: <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/getting-closer-look-mercury-friends-hip-7-spacecraft>

Reichl, E. & Röttler, D. 2019, *Mondwärts. Der Wettlauf ins all*, Stuttgart: editorial Motorbuch Verlag.

Rocamora, C. 1999, Ismos y vanguardias del Siglo XX (continuación), vol. 163, no. 642. Madrid: revista Arbor.

Roscosmos 1965, Julio 8, *Замечания комиссии по работе систем корабля «Восход-2»* (ЗКД № 4), visto 1 junio 2020. Disponible https://www.roscosmos.ru/media/files/history/voshod2/1965-07-08_zamechania.pdf

Shayler, D.J. 2004, *Walking in space*, England: editorial Springer Verlag London.

Siegelbaum, L. 2012, "Sputnik Goes to Brussels: The Exhibition of a Soviet Technological Wonder" en *Journal of Contemporary History*, Volumen 47 (No. 1, Special Issue: Sites of Convergence-The USSR and Communist Eastern Europe at International Fairs Abroad and at Home), 120-136, Michigan State University USA: Sage Publications, Ltd. Disponible: https://www.jstor.org/stable/23248984?seq=1#metadata_info_tab_contents

Smithsonian National Air and Space Museum a, "Astronaut life, Food in space" en *Apollo to the moon*, visto 17 mayo 2020. Disponible: <https://airandspace.si.edu/exhibitions/apollo-to-the-moon/online/astronaut-life/food-in-space.cfm>

Smithsonian National Air and Space Museum b, "Astronaut life, Health and Hygiene" en *Apollo to the moon*, visto 17 mayo 2020. Disponible: <https://airandspace.si.edu/exhibitions/apollo-to-the-moon/online/astronaut-life/health-hygiene.cfm>

Strukov, V. y Gosilo, H. 2017, *Russian aviation, space flight, and visual culture*, Nueva York: editorial Routledge.

The Atlantic 2011, Abril 12, *Yuri Gagarin's First Speech About His Flight Into Space*, visto 5 febrero 2020. Disponible: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2011/04/yuri-gagarins-first-speech-about-his-flight-into-space/237134/>

The Globalist 2017, *Striding Tall: US Vs. USSR*, visto 5 mayo 2020. Disponible: <https://www.thegloba.com/striding-tall-us-vs-ussr/>

Kandinsky, W. 1946, *On the spiritual in Art*, 2nd edn, Nueva York: Solomon R. Guggenheim Foundation, museum of non-objective painting. Disponible: <https://www.csus.edu/indiv/o/obrien/art206/onspiritualinart00kand.pdf>

Wright, J. 2010, Octubre 23, *Russian Soyuz TMA Spacecraft Details*, visto 10 mayo 2020. Disponible: https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/soyuz/spacecraft_detail.html

Yegorov, O. 2019, Junio 25, *Why did Khrushchev and Nixon clash in an American kitchen?*, visto 15 junio 2020. Disponible: <https://www.rbth.com/history/330561-kitchen-debate-khrushchev-nixon>

Zak, A. 2020a, Marzo 20, *Berkut spacesuit*, visto 14 abril 2020. Disponible: <http://www.russianspaceweb.com/voskhod2-berkut.html>

Zak, A. 2020b, Abril 8, *The origin of the Soyuz spacecraft*, visto 14 abril 2020. Disponible: http://www.russianspaceweb.com/soyuz_origin.html

Zak, A. 2020c, Marzo 27, *Roots of the Voskhod-2 mission*, visto 15 abril 2020. Disponible: <http://www.russianspaceweb.com/voskhod2-origin.html>

Zak, A. 2020d, Marzo 25, *Voskhod: Mission impossible*, visto 15 abril 2020. Disponible: <http://www.russianspaceweb.com/voskhod-origin.html>

Zak, A. 2019a, Octubre 19, *Soyuz 7K-OK variant*, visto 15 abril 2020. Disponible: <http://www.russianspaceweb.com/soyuz-7k-ok.html>

Zak, A. 2019b, Febrero 7, *The USSR launches world's first space crew*, visto 17 abril 2020. Disponible: <http://www.russianspaceweb.com/voskhod-flight.html>

Zak, A. 2016, Julio 8, *Design overview*, visto 18 abril 2020. Disponible: http://www.russianspaceweb.com/soyuz_tech.html

Zak, A. 2014, Octubre 27, *From Vostok to Voskhod*, visto 18 abril 2020. Disponible: <http://www.russianspaceweb.com/voskhod-design.html>

Ziegler Delgado, M.M. 2017, *La Revolución Artística En Rusia Ante La Revolución Soviética*, Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela. Disponible: http://www.seeci.net/revista/index.php/seeci/article/view/451/html_20

МИР 2019, Febrero 13, *НРФ «МИР» работает над проектом реставрации здания кинотеатра «Родина» в Мурманске. История старейшего кинотеатра столицы Заполярья – в нашем материале*, visto 22 abril 2020. Disponible: <https://www.nrfmir.ru/en/content/murmansk-kinoteatr-rodina>

Рабинович, БА 2014, *БЕЗОПАСНОСТЬ КОСМОНАВТА ПРИ ПОСАДОЧНОМ УДАРЕ СПУСКАЕМОГО АППАРАТА О ГРУНТ*, Moscú. Disponible: <http://www.raapa.ru/userfiles/files/books/kniga-bezopasnost-kosmonavta-new.pdf>

ТАСС ИНФОГРАФИКА 2017, *ЦИОЛКОВСКИЙ КОСМИЧЕСКИЕ ПРОРОЧЕСТВА*, visto 4 mayo 2020. Disponible: <https://tsiolkovsky.tass.ru/>

8. Referencia de imágenes

Figura 01. *Nuevo planeta* de Kostantin Yuon, 1921. Fuente: <https://www.theguardian.com/artanddesign/2017/feb/12/revolution-russian-art-1917-1932-review#img-1>. Fotografía: © State Tretyakov Gallery, Moscow/DACS 2017

Figura 02. Esquema temporal de los antecedentes. Abarca el periodo de finales del siglo xix hasta mediados del siglo xx. Fuente propia

Figura 03. *Space-Force construction*, Liubov Popova, 1922. Fuente: https://assets.moma.org/documents/moma_catalogue_328_300063008.pdf

Figura 04. *Cenotafio de Newton*, Étienne-Louis Boullée, 1784. Fuente: <https://www.archdaily.com/544946/ad-classics-cenotaph-for-newton-etienne-louis-boullee/>

Figura 05. *Cenotafio de Newton*, Étienne-Louis Boullée, 1784. Fuente: <https://www.archdaily.com/544946/ad-classics-cenotaph-for-newton-etienne-louis-boullee/>

Figura 06. *El vado*, Nikola Pymonenko, 1901. Ejemplo de pintura de los “Itinerantes”. Fuente: https://pikabu.ru/story/nikolay_pimonenko_brod_1901_god_6795115

Figura 07. *Suprematism: airplane flying*, Kazimir Malévich, 1915. Fuente: <https://www.moma.org/interactives/exhibitions/2012/inventingabstraction/?work=140>

Figura 08. *Torre de Shukov* (1919), fotografía de Aleksandr Ródchenko, 1919. Fuente: <https://thecharnelhouse.org/2014/06/22/the-politics-of-preservation-shukhov-radio-tower-in-moscow-1920-1922/>

Figura 09. *Monumento a la Tercera Internacional*, Vladimir Tatlin, 1917-1918. Fuente: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/9413/Maqueta_monument3aint.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Figura 10. *Letatlin*, Vladimir Tatlin, 1932. Fuente: <https://www.20minutos.es/noticia/1518028/0/vanguardia-rusa/escultura-utopia/vladimir-tatlin/>

Figura 11. *Tribuna de Lenin*, El Lissitzky, 1920. Fuente: <https://www.macba.cat/es/exposiciones-actividades/actividades/vientos-este-comunismos-futuros>

Figura 12. Cosmódromo de Baikonur, 2018. Collage propio a partir de la imagen de: <https://inbusiness.kz/ru/last/modul-nauka-otpravyat-na-bajkonur-v-yanvare-2019-goda>

Figura 13. *Volkenbügel*, El Lissitzky, 1924. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 19.

Figura 14. *Círculo sobre fondo negro*, Ilya Chasnik, 1925. Fuente: <https://useum.org/artwork/Red-Circle-on-a-Black-Surface-Ilya-Chashnik>

Figura 15. imágenes del libro *Construcción de la arquitectura y formas mecánicas*, Yakov Chermikov, 1931. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 21.

Figura 16. Proun *R.V.N.2*, El Lissitzky, 1923. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 24.

Figura 17. *Dibujo de trayectoria orbital de un planeta sobre el sol*, Ivan Kudriashev, 1926. Fuente: <https://thecharnelhouse.org/2014/02/20/ivan-kudriashevs-interplanetary-dynamic-abstractions-1917-1928/#jp-carousel-18207>

Figura 18. *Litografía álbum suprematismo.34 dibujos* Kazimir Malevich, 1920. Fuente: https://artchive.ru/kazimirmalevich/works/16433~Lithograph_from_the_album_Suprematism_34_of_drawing

Figura 19. *Kinetic elements of suprematism: circular movement*, Lazar Khidekel, 1920. Fuente: https://artsandculture.google.com/asset/_/OQEaavRUKUU8Ww

Figura 20. *Intersecting lines*, Lazar Khidekel, 1920. Fuente: https://artsandculture.google.com/asset/_/wAELVOmkqI561A

Figura 21. *Oval hanging construction nº12* Aleksandr Ródchenko, 1920. Fuente: <http://www.museum-magazine.com/THE-CERTAINTY-OF-UNCERTAINTY>

Figura 22. *Esfera y círculo de color*, Aleksandr Ródchenko, 1918. Fuente: <https://historia-arte.com/obras/esfera-de-color-y-circulo>

Figura 23. Aleksandr Ródchenko y Vladimir Tatlin en un taller de la escuela Vkhutemas, años 20. Fuente: <https://mg KPU.ru/newsblok/moskovskij-vhutemas-v-vitebske>

Figura 24. Ejercicio de rotación en la escuela de Vkhutemas en el curso de espacio, 1927. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=RZHwtBIM8Fo&t=130s>

Figura 25. Diagramas de las escuelas Bauhaus y Vkhutemas, Anna Bokov, 2018. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=RZHwtBIM8Fo&t=130s>

Figura 26. Departamento de arquitectura 1920-1926, Anna Bokov, 2018. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=RZHwtBIM8Fo&t=130s>

Figura 27. Dibujo de ingreso en la escuela Vkhutemas, Mikhail Olenov, 1928. Fuente: <https://archspeech.com/article/arhitektor-o-kotorom-my-pochti-nichego-ne-znaem-issledovатели-nachali-otkryvat-nasledie-mihaila-olen>

Figura 28. Dibujo del curso espacio, Mikhail Olenov, 1928. Fuente: <https://archspeech.com/article/arhitektor-o-kotorom-my-pochti-nichego-ne-znaem-issledovатели-nachali-otkryvat-nasledie-mihaila-olen>

Figura 29. Fotograma de la película *Viaje Cosmico* de Vasili Zhuravlyov, 1936. Fuente: <https://u-ssr.ru/kino/578-9-shedevrov-sovetskoj-fantastiki-pro-kotorye-vse-zabyli.html>

Figura 30. Eteronef, Alexander Bogdánov, 1908. Fuente: Libro *Estrella Roja*, Alexander Bogdánov. Editorial Nevsky. Página 21.

Figura 31. Escena de la película de *Aelita*, Yakov Portazanov, 1924. Fuente: https://bibliobuscador.uah.es/primo-explore/openurl?institution=34UAH&vid=34UAH_VU1%3Fcharset%3Dutf-8&spage=99&atitle=A%C3%A9lita&jtitle=Positif&title=Positif&issn=0048-4911&issue=359&date=1991&aulast=Koulechov&aufirst=Lev&au=Koulechov,Lev&genre=article

Figura 32. Dibujos para la película *Viaje Cósmico*, Kostantin Tsiolkovsky, 1936. Fuente: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/grandes-personajes/konstantin-tsiolkovsky-de-campesino-sin-estudios-a-padre-de-la-astronautica/>

Figura 33. Dibujos y escenas para la película *Viaje Cósmico*, Kostantin Tsiolkovsky, 1936. Fuente: <https://www.roscosmos.ru/24061/>

Figura 34. *The science book of space travel*, ilustraciones de Jack Coggins, 1954. Fuente: <http://dreamsofspace.blogspot.com/2010/10/>

Figura 35. *The complete book of space travel*, ilustraciones de Virgil Finlay, 1959. Fuente: <https://alpoma.net/tecob/?p=14352>

Figura 36. *The complete book of space travel*, ilustraciones de Virgil Finlay, 1959. Fuente: <https://alpoma.net/tecob/?p=14352>

Figura 37. *The complete book of space travel*, ilustraciones de Virgil Finlay, 1959. Fuente: <https://alpoma.net/tecob/?p=14352>

Figura 38. Portada libro de Perelman, 1935. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsY-VYs&t=501s

Figura 39. *Planetas distantes* Vestnik znaniia Nº 4, 1926. M.Ia.Mizerniuk. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 40. *Vokrug Sveta Alrededor del mundo* Nº 47, 1929. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 41. Znanie-sila *El saber es poder* Nº 23-24, 1932. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 42. *Vokrug Sveta Alrededor del mundo* Nº 31, 1930. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 43. *Vokrug Sveta Alrededor del mundo* Nº 15, 1929. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 44. N.A.Rynin *Viajes interplanetarios: sueños, leyendas y primeras fantasías*, 1928. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 45. *Viaje a Marte* N. Prusakov y G. Borisov, 1929. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 46. *Avión para volar a límites de la estratosfera* Smena, 1933. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 47. *Ciencia y vida* Nº 11, 1938. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 48. *Tecnología para la juventud* Nº 3, 1938. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 49. *Tecnología para la juventud* N° 6, 1941. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 50. Revista Krokodil, I.M. Semenov, *planets:our ranks have swollen!*, 1959. Fuente: Libro *Russian aviation, space flight, and visual culture*. Vlad Strukov y Helena Goscilo. Editorial Routledge. Página 109

Figura 51. Portada libro Perelman, 1919-1935. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 52. *Alrededor del mundo*, n° 47, 1929. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 53. *satélite mundial*, n° 2, 1930. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 54. Poster para la película de *Aelita*. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 55. *viajes interplanetarios*, aeronaves, N.A. Rynin, 1928. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 56. El viaje de la nave de V. Golitsyn, *Znanie-sila nos*, 1932. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 57. Película *Viaje cósmico*, Vasilii Zhuravlev, 1936. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs&t=501s

Figura 58. I.M. Semenov, *Heavely Cosmodrome*, Krokodil, 1964. Fuente: Libro *Russian aviation, space flight, and visual culture*. Vlad Strukov y Helena Goscilo. Editorial Routledge. Página 99.

Figura 59. I.M. Semenov, *on the ocean of the air*, Krokodil, 1958. Fuente: Libro *Russian aviation, space flight, and visual culture*. Vlad Strukov y Helena Goscilo. Editorial Routledge. Página 102.

Figura 60. fotogramas película *Interplanetary Revolution*, Zenon Komisarenko, Yuri Merkulov y Nikolai Khodataev, 1924. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=QaOlnW8Eht0&t=2s>

Figura 61. fotogramas película *Aelita*, Yakov Protazanov, 1924. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=yoROo4Ur49c>

Figura 62. fotogramas película *Frau im Mond*, Fritz Lang, 1929. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=IB0_--GnGSU

Figura 63. fotogramas película *Viaje cósmico*, Vasili Zhuravlyov, 1936. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=MDh8fVNTB5U>

Figura 64. Rueda habitable de la estación espacial diseñada por Herman Potocnik. La estación esta recibiendo el sol directo, 1928. Fuente: <https://history.nasa.gov/SP-4026.pdf>

Figura 65. Cápsula cabina para la *Ciudad voladora*, Gueorgui Krútikov, 1928. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 105.

Figura 66. Tipología de vivienda Comuna de trabajo, Gueorgui, Krútikov, 1928. Fuente: Libro *Gueorgui Krútikov. La ciudad voladora, utopía y realidad*. Selim Omárovich Jan-Magomédov. Editorial Te-nov. Página 78.

Figura 67. Tipología de vivienda Comuna de trabajo, Gueorgui Krútikov, 1928. Fuente: Libro *Gueorgui Krútikov. La ciudad voladora, utopía y realidad*. Selim Omárovich Jan-Magomédov. Editorial Te-nov. Página 79.

Figura 68. Tipología de vivienda Comuna Compacta, Gueorgui Krútikov, 1928. Fuente: Libro *Gueorgui Krútikov. La ciudad voladora, utopía y realidad*. Selim Omárovich Jan-Magomédov. Editorial Tenov. Página 80.

Figura 69. Tipología de vivienda Comuna Compacta, Gueorgui Krútikov, 1928. Fuente: Libro *Gueorgui Krútikov. La ciudad voladora, utopía y realidad*. Selim Omárovich Jan-Magomédov. Editorial Tenov. Página 81.

Figura 70. Tipología de vivienda Hotel, Gueorgui Krútikov, 1928. Fuente: Libro *Gueorgui Krútikov. La ciudad voladora, utopía y realidad*. Selim Omárovich Jan-Magomédov. Editorial Tenov. Página 82.

Figura 71. *Saturnij*, Dibujo de la ciudad, Viktor Kalmykov, 1930. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 101.

Figura 72. *Saturnij*, esquemas y dibujos, Viktor Kalmykov, 1930. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 101.

Figura 73. *Saturnij*, esquemas y dibujos, Viktor Kalmykov, 1930. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 101.

Figura 74. Planta de la Rueda habitable de la estación espacial diseñada por Herman Potocnik, 1928. Fuente: <https://history.nasa.gov/SP-4026.pdf>

Figura 75. Sección de la Rueda habitable de la estación espacial diseñada por Herman Potocnik, 1928. Fuente: <https://history.nasa.gov/SP-4026.pdf>

Figura 76. Cohete espacial diseñado para llevar tripulantes, Kostantin Tsiolkovsky, 1903-1915. Fuente: <https://russiapedia.rt.com/prominent-russians/space-and-aviation/konstantin-tsiolkovsky/>

Figura 77. Interior de su diseño tripulado de cohete, Kostantin Tsiolkovsky, 1903-1915. Fuente: <https://www.daviddarling.info/encyclopedia/T/Tsiolkovsky.html>

Figura 78. Kostantin Tsiolkovsky junto con sus modelos, 1913. Fuente: https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/aviaciya_i_kosmonavtika/TSIOLKOVSKI_KONSTANTIN_EDUARDOVICH.html

Figura 79. Debate, lucha por otros mundos, La verdad sobre enviar a alguien en un cohete del profesor Goddard a la Luna en 1924, octubre 1924. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs

Figura 80. Exhibición de modelos espaciales y cohetes, Cohete de Goddard, 1927. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs

Figura 81. Exhibición de modelos espaciales y cohetes, Nautilus, 1927. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs

Figura 82. Exhibición de modelos espaciales y cohetes, cohete espacial Valier, 1927. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs

Figura 83. Exhibición de modelos espaciales y cohetes, ilustraciones, 1927. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nng_eSsYVYs

Figura 84. Diagrama Unión Soviética-Estados Unidos de América. Fuente propia.

Figura 85. Debate de Nikita Khrushchev y Richard Nixon sobre la cocina, expo Moscú, 1959. Fuente: <https://www.rbth.com/history/330561-kitchen-debate-khrushchev-nixon>

Figura 86. *Glimpses of the USA*, Eames, expo Moscú 1959. Fuente: <http://www.georgenelsonfoundation.org/george-nelson/works/american-national-exhibition-moscow-124.html>

Figura 87. Modelos de aeronaves soviéticas, expo Nueva York, 1959. Fuente: http://www.gstatic.com/hostedimg/3724680b59386a88_large

Figura 88. Ejemplo de supermercado, expo Moscú, 1959. Fuente: <https://www.rbth.com/history/330561-kitchen-debate-khrushchev-nixon>

Figura 89. Sputnik III, expo Nueva York, 1959. Fuente: <https://kcmeesha.com/2012/04/08/soviet-national-exhibition-in-new-york-city/>

Figura 90. Exposición de Bruselas explicación de la importancia del Sol en la energía que necesita el Sputnik, pabellón soviético, 1958. Fuente: <https://pro.magnumphotos.com/C.aspx?VP3=SearchResult&ALID=2TYRYDH0OQNT>

Figura 91. Exposición de Bruselas con figura de Lenin y maquetas de aeronaves, pabellón soviético, 1958. Fuente: <https://geheugen.delpher.nl/nl/geheugen/view/sovjet-paviljoen-wereldtentoonstelling-expo-brussel-belgi--kruger-dolf?coll=ngvn&maxperpage=36&page=2&query=expo+brussels&identifier=NFA07%3ADKR-1476-7>

Figura 92. Exposición de Bruselas, pabellón soviético, 1958. Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/514395588661283004/>

Figura 93. Diagrama de las cápsulas espaciales. Diagrama propio gracias a las imágenes: <https://forum.nasaspaceflight.com/index.php?action=dlattach;topic=36868.0;attach=805565;image>

<https://external-preview.redd.it/Gd9MYgKhKQ8uX6XoyTS4E8Vp61rmcvuHUT85QTA15WE.jpg?auto=webp&s=afe9e47d586015acaa10357cfde8480a8499fc95>

Figura 94. Ubicación de la cápsula Vostok. Fuente propia.

Figura 95. Diagrama de la cápsula Vostok. Traducción propia basado en la imagen: *THE POCKET ENCYCLOPAEDIA OF SPACEFLIGHT IN COLOUR: MANNED SPACECRAFT*. Autor Kenneth Gatland.

Figura 96. Diagrama interior de la cápsula Vostok. Traducción propia basado en la imagen: *THE POCKET ENCYCLOPAEDIA OF SPACEFLIGHT IN COLOUR: MANNED SPACECRAFT*. Autor Kenneth Gatland.

Figura 97. Diferencia entre posición de descanso y movimiento del astronauta en la cápsula. Fuente propia basada en la imagen: <http://abyss.uoregon.edu/~js/space/lectures/lec08.html>

Figura 98. Diferentes posibilidades de la posición en el interior. Medidas ergonómicas según la variabilidad de posiciones dentro de las cápsulas. Medidas en metros. Fuente propia.

Figura 99. Silla de eyección de Yuri Gagarin utilizada en el interior de la cápsula Vostok. Fuente: <https://www.markcarnaby.com/carnabysnaps/travel-and-local-photography-of-mark-carnaby/events-exhibitions/cosmonauts-birth-space-age/>

Figura 100. Interior de la cápsula Vostok 1. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 254.

Figura 101. Interior de la cápsula Vostok 6. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 255.

Figura 102. Interior de la cápsula Vostok 1. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 254.

Figura 103. Interior de la cápsula Vostok 6. Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 255.

Figura 104. Interior ergonomía de la cápsula Vostok. Fuente propia.

Figura 105. Diferencia entre las cápsulas Vostok y Mercury. Fuente propia basada en la imagen: <http://abyss.uoregon.edu/~js/space/lectures/lec08.html>

Figura 106. Diferencia ergonómica entre la cápsula Vostok y la Mercury. Medidas en Metros. Fuente propia.

Figura 107. Interior de la cápsula Mercury, mandos de control. Fuente: <https://airandspace.si.edu/multimedia-gallery/friendship-7-nasm2016-01990>

Figura 108. Interior de la cápsula Mercury. Detalle del asiento. Fuente: <https://airandspace.si.edu/multimedia-gallery/friendship-7-nasm2016-01981>

Figura 109. *Cushicle* de Archigram, 1966. Fuente: <https://www.inexhibit.com/case-studies/contemporary-design-furniture-urban-nomads/>

Figura 110. *Restless Sphere*, Coop Himmelblau, 1971. Fuente: <http://www.coop-himmelblau.at/architecture/projects/restless-sphere>

Figura 111. Ubicación de la cápsula Voskhod. Fuente propia.

Figura 112. Collage propio de las partes de la cápsula Voskhod. Realizado gracias a la Fuente: <https://www.roscosmos.ru/28187/#video>

Figura 113. Detalle de la cápsula Voskhod. Traducción propia. Fuente: *THE POCKET ENCYCLOPAEDIA OF SPACEFLIGHT IN COLOUR: MANNED SPACECRAFT*. Autor Kenneth Gatland.

Figura 114. Diferencia ergonómica de las cápsulas Voskod y Voskhod. Diagrama propio basado en la imagen: https://www.wikiwand.com/es/Programa_Vosjod

Figura 115. Ergonomía de la Voskhod 1. Medidas en metros. Fuente propia.

Figura 116. Ergonomía interior de la cápsula Voskhod 2. Medidas en metros. Fuente propia.

Figura 117. Silla amortiguadora de impactos usada en la Voskhod, silla Elbrus. Fuente: <https://do-cplayer.ru/55202861-Bezopasnost-kosmonavta-pri-posadochnom-udare-spuskaemogo-apparata-o-grunt.html>

Figura 118. Interior de la cápsula Voskhod 2, 1965. Fuente: https://i2.wp.com/www.drewexmachina.com/wp-content/uploads/2015/03/Voskhod_2_crew_cabin.jpg

Figura 119. Colocación de la esclusa inflable en la Voskhod 2. Fuente: <https://www.roscosmos.ru/28201/>

Figura 120. Fotografía de Alexei Leonov durante el paseo espacial, 1965. Fuente: <https://www.roscosmos.ru/28187/#video>

Figura 121. Interior de la cápsula Voskhod 2. Fuente: <https://www.markcarnaby.com/carnabysnaps/travel-and-local-photography-of-mark-carnaby/events-exhibitions/cosmonauts-birth-space-age/>

Figura 122. Interior detallado de la cápsula Voskhod 2 con detalle de televisión y radio. Fuente: <https://www.markcarnaby.com/carnabysnaps/travel-and-local-photography-of-mark-carnaby/events-exhibitions/cosmonauts-birth-space-age/>

Figura 123. Interior ergonomía de la cápsula Voskhod. Fuente propia.

Figura 124. Diferencia entre la cápsula Voskhod y Gemini. Fuente propia.

Figura 125. Diferencia ergonómica entre la cápsula Voskhod y Gemini. Fuente propia.

Figura 126: Esquema de la cápsula Gemini. Fuente: <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/gemini/overview/html/s64-12007.html>

Figura 127. Astronautas en el interior de la cápsula Gemini. Fuente: <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/gemini/gemini3/html/s65-19225.html>

Figura 128. Astronauta comiendo en el interior de la cápsula Gemini. Fuente: <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/gemini/gemini12/html/s66-51054.html>

Figura 129. *Villa Rosa*, Coop Himmelblau, 1968. Fuente: <http://www.coop-himmelblau.at/architecture/projects/villa-rosa>

Figura 130. *The cloud*, Coop Himmelblau, 1968. Fuente: <http://www.coop-himmelblau.at/architecture/projects/the-cloud>

Figura 131. *The cloud*, Coop Himmelblau, 1968. Fuente: <http://www.coop-himmelblau.at/architecture/projects/the-cloud>

Figura 132. Ubicación de la cápsula Soyuz. Fuente propia.

Figura 133. Diferencia de ubicación de los distintos módulos. Desde arriba: módulo orbital, módulo de descenso y módulo de propulsión. Diagrama propio basado en la imagen: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 50.

Figura 134. Diseño interior del módulo de descenso de la Soyuz T por Galina Balashova, 1970. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 70.

Figura 135. Interior del módulo de descenso de la Soyuz T, 1983. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 71.

Figura 136. Diagrama del módulo orbital de la Soyuz 19. Traducción propia basada en la imagen del libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 78.

Figura 137. Diagrama interior del módulo de descenso de la Soyuz 19. Traducción propia de la fuente: https://history.nasa.gov/diagrams/apol_soyuz.htm

Figura 138. Diseño inicial para el módulo orbital de la cápsula Soyuz, Galina Balashova, 1963. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 51.

Figura 139. Detalle del panel de control del módulo orbital de la Soyuz, Galina Balashova, 1964-1965. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 55.

Figura 140. Diseño interior del espacio de trabajo para el módulo orbital, variante 1, Galina Balashova, 1964-1965. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 54.

Figura 141. Diseño interior del espacio de trabajo para el módulo orbital, variante 2, Galina Balashova, 1964-1965. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 147.

Figura 142. Interior del módulo de descenso de la Soyuz. Fuente: http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2010/11/Interior_of_a_Soyuz_TMA_simulator

Figura 143. Detalle de silla con el forro en azul. Fuente: <http://collections.spacecentre.co.uk/object-1999-3>

Figura 144: Detalle de fabricación de la silla. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=vdDz6F3M-7vc>

Figura 145. Ergonomía interior de la cápsula Soyuz. Medidas en metros. Fuente propia.

Figura 146. Soyuz TK-OK, indicando el módulo orbital de Galina Balashova, 1963. Diagrama propio basado en la imagen: <http://www.russianspaceweb.com/soyuz-7k-ok.html>

Figura 147. Soyuz T, indicando el módulo orbital de Galina Balashova. 1978. Diagrama propio basado en la imagen: <https://epizodsspace.airbase.ru/bibl/energia46-96/06.html>

Figura 148. Servant de la Soyuz TK-OK, diseño final aprobado por Sergei Korolev, Galina Balashova, 1964. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 52.

Figura 149. Diván de la Soyuz TK-OK, diseño final aprobado por Sergei Korolev, Galina Balashova, 1964. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 53.

Figura 150. Servant de la Soyuz T, propuesta inicial, Galina Balashova, 1970. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 73.

Figura 151. Diván de la Soyuz T, propuesta inicial, Galina Balashova, 1970. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 72.

Figura 152. Servant de la Soyuz T, diseño final, Galina Balashova, 1971. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 74.

Figura 153. Diván de la Soyuz T, diseño final, Galina Balashova, 1971. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 75.

Figura 154. Diagrama del paseo espacial entre las cápsulas Soyuz 4 y 5, 1969. Fuente: <http://www.russianspaceweb.com/soyuz4-soyuz5-scenario.html>

Figura 155. Detalle del palo "stick" metálico para hacer uso de los controles del módulo de descenso de la Soyuz. Fuente: <https://i.stack.imgur.com/ZPnUR.jpg>

Figura 156. Fotograma del módulo orbital de la cápsula Soyuz 4, detalle de barandilla y material de lectura, 1969. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=jhxEYvW7-S8>

Figura 157. Fotograma del módulo orbital de la cápsula Soyuz 4, detalle de ventana, 1969. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=jhxEYvW7-S8>

Figura 158. Detalle de los diferentes materiales utilizados y de los rangos de colores propuestos por Galina Balashova. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Páginas 34-35.

Figura 159. Dos cohetes N1 L3 preparados en el cosmódromo, se indica con una "A" dónde se sitúa la figura 160, 1969. Fuente: <https://archive.org/details/GPN-2002-000188>

Figura 160. Detalle de posición del LOK y el LK en el interior del cohete N1 L3. En la parte superior se encuentra la cápsula Soyuz LOK seguida en la parte inferior del módulo lunar de descenso LK. Fuente: <http://www.starbase1.co.uk/pages/N1-Galleries/Diagrams%20&%20Plans/I3-and-n1.jpg>

Figura 161. Prototipos para los diferentes módulos lunares propuestos en la Unión Soviética. Fuente: <http://www.astronautix.com/graphics/z/zlklek2.jpg>

Figura 162. Detalle del proyecto módulo lunar Lk-700, prototipo no elegido. Fuente: <https://falses-teps.wordpress.com/2013/01/13/lk-700-the-soviet-unions-other-road-to-the-moon/>

Figura 163. Detalle del LK, proyectado en su interior por Galina Balashova. 1964-1968. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 65.

Figura 164. Sección inicial del interior del módulo orbital del LOK, Galina Balashova, 1966. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 58.

Figura 165. Dibujo de la planta inicial del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1966. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 59.

Figura 166. Dibujo de la planta del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1966. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 149.

Figura 167. Sección inicial del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1966. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 60.

Figura 168. Sección inicial del interior del módulo orbital LOK con detalle de persona en el interior, Galina Balashova, 1966. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 148.

Figura 169. Sección inicial del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1967-1968. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 62.

Figura 170. Sección inicial del interior del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1967-1968. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 63.

Figura 171: Diseño final del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1969. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 152.

Figura 172. Diseño final del módulo orbital LOK, Galina Balashova, 1969. Fuente: Libro *Architektur für die russische raumfahrt*. Philipp Meuser, Dom Publishers. Página 153.

Figura 173. Diseño mediante dibujos explicativos del interior del LOK, Galina Balashova 1964-1968. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Páginas 64 y 66.

Figura 174. Esquemas del interior del LK, Módulo lunar, Galina Balashova, 1964-1968. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Páginas 67.

Figura 175. Diagramas interiores del LOK y del LK de Galina Balashova. Fuente propia basada en: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Páginas 66 y 67.

Figura 176. Interior ergonomía de la cápsula Soyuz. Fuente propia.

Figura 177. Interior ergonomía de la cápsula LK. Fuente propia. Interpretación gracias a los dibujos de Galina Balashova.

Figura 178. Diferencia entre la cápsula Soyuz y LK y Apollo y LEM. Fuente propia basada en la imagen: https://history.nasa.gov/diagrams/apol_soyuz.htm

Figura 179. Interior de la cápsula Apollo, CSM, 1969. Fuente: <https://history.nasa.gov/afj/ap13fj/04day1-end.html>

Figura 180. Ergonomía interior de la cápsula Apollo CSM. Fuente: https://media.springernature.com/original/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-030-02071-2_6/MediaObjects/472715_1_En_6_Fig5_HTML.png

Figura 181. Ergonomía interior del LEM, módulo lunar, 1969. Fuente: <https://space.stackexchange.com/questions/35869/which-module-had-more-comfort-in-terms-of-living-space-the-lunar-module-or-th>

Figura 182. Diferencia ergonómica entre la cápsula Soyuz y la cápsula Apolo. Medidas en metros. Fuente propia.

Figura 183. Interior del módulo lunar LEM. Fuente: https://www.apolo11.com/display.php?image=imagens/homem_na_lua/homem_na_lua_c17_eagle_terra_ao_fundo_big.jpg

Figura 184: Sistema de baño de la Soyuz. Fuente: https://pikabu.ru/story/tualet_na_korable_soyuz-ms_6518567

Figura 185. Sistema de baño de la Apolo. Fuente: <https://airandspace.si.edu/multimedia-gallery/5159hjpg?id=5159>

Figura 186. Interior del módulo de comando Apolo con detalle del uso del control. Fuente: <https://ids.si.edu/ids/deliveryService?id=NASM-SI-98-16043&max=3000>

Figura 187. Construcción de la cápsula Apolo a partir de maquetas realizadas en madera. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=sIUwVZJSVPY&t=279s>

Figura 188. Detalle de las posiciones de la silla para la Apolo. Fuente: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19730023036.pdf>

Figura 189. Logo realizado por Galina Balashova para la misión Apolo-Soyuz, 1973. Fuente: <https://undiaunaarquitecta2.wordpress.com/2017/01/25/galina-balashova-1931/balashova-11/#main>

Figura 190. Unión de las cápsulas Apolo-Soyuz, 1975. Fuente: <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/apollo-soyuz/apollo-soyuz/ndxpage1.html>

Figura 191: Dibujos de ergonomía interior realizados por Galina Balashova para el Apolo-Soyuz, 1973. Fuente: Galina Balashova. *Architect of the soviet space programme*. Philip Meuser. Editorial Dom Publishers. Páginas 84 y 87.

Figura 192. Los astronautas soviéticos del Apolo-Soyuz en el interior de la cápsula Soyuz, 1975. Fuente: <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/apollo-soyuz/apollo-soyuz/ndxpage1.html>

Figura 193. Astronautas soviéticos del Apolo-Soyuz en el interior de la cápsula Soyuz, 1975. Fuente: <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/apollo-soyuz/apollo-soyuz/ndxpage1.html>

Figura 194. Astronautas americanos y soviéticos en el interior del módulo orbital de la cápsula Soyuz, 1975. Fuente: <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/apollo-soyuz/apollo-soyuz/ndxpage1.html>

Figura 195. Los astronautas del Apolo-Soyuz comiendo en la cápsula Apolo, 1975. Fuente: <https://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/apollo-soyuz/apollo-soyuz/ndxpage1.html>

Figura 196. Servant de la Soyuz 19 para el programa Apolo-Soyuz, Galina Balashova, 1975. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Páginas 76.

Figura 197. Diván de la Soyuz 19 para el programa Apolo-Soyuz, Galina Balashova, 1975. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 77.

Figura 198. Galina Balashova junto a sus dibujos de las cápsulas espaciales en el año 2012. Fuente: Libro *Galina Balashova. Architect of the soviet space programme*. Philipp Meuser. Editorial Dom Publishers. Página 15.

